B 3108 DX

Funkschau 14

Zeitschrift für Radio- und Fernsehtechnik, Hi-Fi und Elektronik

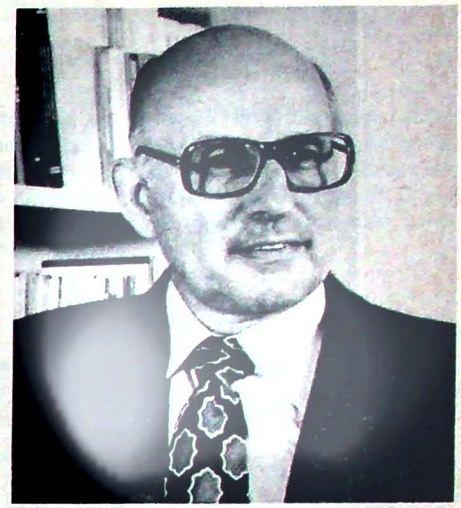
50. Jahrgang
30. Juni 1978
DM 3.50
öS 30.– sfr 4.–

Vor 25 Jahren: Übertragung der Krönung von Elisabeth II.

Billiges Solarzellenmaterial für die Zukunft?
Bauanleitungen: Scheibenwischer-Intervallschaltung mit Waschautomatik – Kontaktlose Füllstandsanzeige

Sonderthemenheft 46 Seiten Automobil-Elektronik

Anmerkungen zum Farbfernseh-Gerät



Wer den Markt beobachtet, ist nicht überrascht, daß der durchschnittliche Herstellungspreis eines Farbfernsehgerätes aus deutscher Fertigung, der im 1. Quartal 1977 noch 1211 DM betragen hatte, im 1. Quartal 1978 auf 1034 DM sank. Der Trend zum kleineren Farbgerät ist unübersehbar; die Zeiten, als noch 80 % aller verkauften Farbgeräte das Format 66 cm oder 67 cm hatten, sind vorbei. Bei einer Ausstattung von über 50 % aller Fernsehhaushalte mit Farbgeräten gewinnt das Farb-Zweitgerät an Bedeutung, und junge Leute kaufen sich schon lange Farbfernsehempfänger mit kleinerem Bildschirm. Schrittmacher der „Kleinen" sind fernöstliche Billigangebote; man kann in den konkurrenzmäßig hart umkämpften Ballungsgebieten Farbmodelle kleiner Abmessungen bis herunter zu 648 DM kaufen.

Dennoch dominiert heute noch das „große" Farbgerät; darauf entfallen nach übereinstimmender Schätzung noch immer rd. 60 % der Verkäufe. Wer jahrzehntelang die Programme mit einem 59-cm- oder 61-cm-SW-Empfänger gesehen hat, beginnt seine persönliche Farbfernsehzeit zumeist mit dem großformatigen Empfänger. Hier ist zwar die Typenauswahl groß, nicht aber sind es die Qualitätsunterschiede. Letzthin konnte die Stiftung Warentest in einer in Belgien mit ihrer Unterstützung durchgeführten Untersuchung von 14 im Bundesgebiet hergestellten Geräten neun Modelle mit „gut" beurteilen, die restlichen fünf verfehlten dieses Prädikat nur knapp. Alle getesteten Geräte waren hinsichtlich Bildqualität mit „gut" oder „zufriedenstellend" eingruppiert, einige Minuspunkte gab es bei der Tonqualität – aber sonst war alles in Ordnung.

Fernbedienung ist die Regel, hier war auch den „Test"-Testern aufgefallen, daß eine Infrarot-Fernbedienung „zielgenauer" einzusetzen ist als eine Ultraschall-Anlage, weil bei der letzteren die „Keule" breiter ist. Immerhin wundern sich die Tester über manchen Bedienungskomfort, dessen Notwendigkeit wohl nicht ganz eingesehen wurde. Was sollen, so meinten sie, 16 oder gar 20 Kanaltasten bei drei oder maximal fünf Programmen?

Die allerneuesten Modelle mit Mikroprozessor-Bedienung tauchten in diesem Test noch nicht auf, womöglich hätten diese Weiterentwicklungen ob ihrer Kompliziertheit bei der Programmierung keine Gnade gefunden.

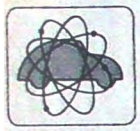
Als die Farbbildröhren mit Schlitzmaske jene mit Lochmaske ablösten, erwarteten viele von uns eine langfristige Beruhigung auf diesem Sektor. Man fand sich mit den beiden Grundsystemen – 20 AX und Precision In-Line – ab. Die Technik jedoch bleibt in Bewegung. Die SEL preschte mit einer beträchtlichen Helligkeitsverbesserung (wahlweise Schärfeverbesserung) ihrer „Heliochrom"-Röhre schon im August 1977 vor; inzwischen zogen die anderen nach; Hi-Bri oder Super-Precision sind die Schlagworte. Nicht übernommen haben die europäischen Farbbildröhrenhersteller die schwarz umlegten Phosphorstreifen zwecks Helligkeitsverbesserung (gemeinhin „Matrix" genannt) und auch nicht die 100°-Bildröhren der Amerikaner mit den neuen, scharf zeichnenden Elektrodensystemen. Daß inzwischen Philips heftig an der Weiterentwicklung seiner 20-AX-Röhren arbeitet, die bislang noch fünf Einsteller braucht, ist kein Geheimnis mehr.

Gemeinsamkeit herrscht bei den Farbgeräteherstellern in den USA und Europa beim Bemühen um immer geringere Leistungsaufnahme der Chassis. Hier steht vielleicht nicht so sehr der Wunsch nach echter Leistungseinsparung im Zeichen der Energieprogramme obenan als vielmehr die simple Erkenntnis, daß ein kühles Chassis die Lebensdauer der Bauelemente erhöht. Die RCA nennt bezeichnenderweise ihr neues 33-cm-Farbmodell mit nur noch 69 Watt Aufnahme „Xtendet Life", was, aus dem Slang übersetzt, soviel wie „verlängerte Lebensdauer" heißt. In Europa sind u. a. Blaupunkt, Nordmende und die SEL führend beim Bemühen, die Geräte mit weniger Strom zu füttern und kühler zu halten. Mehr darüber in einem der nächsten Hefte.

Die Modulisierung der Farbempfänger geht mit langsamen Schritten voran; nur bei einem Wechsel des Chassis – jeweils nicht unter zwei Jahren – können spektakuläre Weiterentwicklungen angezeigt werden. Ob uns die Technik eines Tages den totalen Wegwerfmodul beschert und damit den Servicetechniker zum Modulwechsler abstempelt, sei dahingestellt.

Die Wandlung des heimischen Unterhaltungs- und Informationsspenders, sprich Farbfernsehgerät, zum Display für allerlei anderes schreitet nur langsam voran. Die Bildschirmspiele, ob simpel oder intelligent, verbuchten langfristig nur einen begrenzten Erfolg. Der Einbau von Decodern für Video- und Bildschirmtext läßt auf sich warten, denn beide zeitweilig mit Leidenschaft diskutierten Dienste befinden sich ganz am Anfang. Bei Videotext kennen wir nur ein paar inhaltlich belanglose Testsendungen, bei Bildschirmtext via Telefon gibt es zwar allenthalben vor Gremien und Versammlungen Vorführungen der rührigen Bundespost, aber alles konzentriert sich auf den für 1980 angekündigten Feldversuch mit 2000 Teilnehmern, sieht man einmal vom z. Z. einigermaßen holprig verlaufenden „nichtöffentlichen technischen Großversuch" mit runden 60 Teilnehmern ab, an dem der Franzis-Verlag beteiligt ist. Selbst im Mutterland des Bildschirmtextes, in Großbritannien, wo dieser Viewdata heißt, läuft gerade erst ein Test mit 1500 Teilnehmern an. Dabei ist die britische Post seit acht Jahren damit befaßt!

Karl Tetzner



Elektronik im Automobil

ab Seite 637

Mit dem Thema Automobil-Elektronik könnte man viele Bände füllen. Uns stehen hierzu zwar lediglich 46 Seiten zur Verfügung, wir glauben aber trotzdem, daß wir unseren Lesern einen umfassenden Überblick geben können über die bisherige Entwicklung und die Zukunftsaussichten, die die Elektronik auf diesem Gebiet – ehemals eine Domäne der Mechanik – hat. Drei Hauptgruppen kommen hier stellvertretend für viele andere zu Wort: die Automobilhersteller, die Zubehörlieferanten und die Bauelementehersteller.

Vor 25 Jahren: Übertragung der Krönung von Elisabeth II.

Seite 684

Es war ein bedeutendes technisches Ereignis, als am 2. Juni 1953 die Krönung von Elisabeth II. direkt aus der Westminster Abbey in drei Länder auf dem Kontinent übertragen wurde. Hier schildert einer der beteiligten Postingenieure, wie die Technik in der deutschen Richtfunkstelle in Hinsbeck arbeitete.

Billiges Solarzellenmaterial für die Zukunft?

Seite 687

1975 wurde mit Unterstützung des BMFT eine Experimentalstudie zur Entwicklung terrestrischer Solargenerator-Systeme begonnen. Die dabei erreichten Ergebnisse sind eine gute Basis für ein erfolgversprechendes Entwicklungs-Großvorhaben mit dem Ziel, die Herstellungskosten durch neue Fertigungstechnologien und Betriebsmittel drastisch zu senken sowie gleichzeitig durch einen verstärkten Prototypenbau diese Systeme weltweit einzuführen.

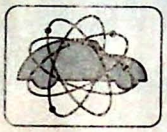
Scheibenwischer-Intervallschaltung

Seite 693

Mit der Elektronik im Automobil befassen sich auch einige Bauanleitungen unserer Rubrik Praxis & Hobby in diesem Heft. Neben einer kontaktlosen Füllstandsanzeige wird eine elektronische Scheibenwischer-Intervallschaltung mit Waschautomatik beschrieben, die den Scheibenwischer nach jeder Betätigung der Waschpumpe kurzzeitig (ein bis zwei Wischzyklen ohne Waschaktion) einschaltet. Das ist vor allem für solche Wagentypen zweckmäßig, bei denen der Scheibenwischerschalter, besonders bei angelegtem Sicherheitsgurt, nur schwer zu erreichen ist.

Inhalt

ZUM TITELBILD: So wie dieses Fahrzeug, aufgebaut aus Motorola-Halbleiterbauelementen, wird das Automobil der Zukunft sicher nicht aussehen, obwohl sich unter der Motorhaube und im Fahrgastraum manches ändern wird – unser Sonderthemenheft kann hier einige interessante Einblicke geben. Daß wir dieses Titelbild gerade von Motorola erhielten, hat einen guten Grund: Dieser Halbleiterhersteller ist von Anfang an eng mit der Automobil-Elektronik verbunden, schon das „Motor" im Firmennamen ist ein Kennzeichen dafür.



Sonderthemenheft: Elektronik im Automobil

Elektronik im Automobil – Ersatz für Feinmechanik 638
Ingtronic HZE – ein wirkungsvolles Zündsystem 640
Die Automobil-Elektronik beginnt am Armaturenbrett 641
Die Umweltbedingungen der Elektronik im Kraftfahrzeug 644
Bessere Zündfunken 647
Von der Mechanik zur Elektronik ... 648
Entwicklung der Elektronik im Auto – dargestellt am Beispiel von Volkswagen, 1. Teil 651
Elektronik bei Porsche 654
Leuchtdioden zeigen Batterie-Ladezustand an 656
Abstandswarnradar für Kraftfahrzeuge 657
Zukunftsaussichten von Zündsystemen 660
Lampenüberwachung – Kontrolle gegen Blindfahrt 662
Management von Mikroprozessor-Schnittstellen in der Kraftfahrzeug-Elektronik, 1. Teil 663
Mikrocomputer in komplexen Automobilanwendungen 667
Elektronische Heizungsregelung für PKW 672
Elektronik in BMW-Autos 673
Entwicklung und neue Perspektiven der elektronischen Automobilzündung 676
Sensoren für die Automobil-Elektronik 679

Leitartikel

Anmerkungen zum Farbfernseh-Gerät

FUNKSCHAU express

Aktuelle Nachrichten 633, 634, 635, 636

Entstörung

Neue Sperr- und Hochpaßfilter in Kleinausführung 683

Fernsehtechnik

Vor 25 Jahren: Am 2. Juni 1953 wurde aus London die Krönung von Elisabeth II. in drei Länder auf dem Kontinent übertragen 684

Stromversorgung

Billiges Solarzellenmaterial für die Zukunft? 687

Tonspeicherung

Von der Tonwalze zur Bildplatte, 17. Teil 689

Meßtechnik

Das Fernsehgerät als Oszilloskop, 4. Teil 691

Praxis & Hobby

Scheibenwischer-Intervallschaltung mit Waschautomatik 693
Kontaktlose Füllstandsanzeige 696
Kurzschlußanzeige für Stromversorgung mit Festspannungsregler .. 697
Schaltungskniff: FSK-Demodulator 698

Farbfernseh-Service

Hochspannungsteil setzt periodisch aus 699

Rubriken

Neue Druckschriften 700

Neuheitenmarkt 113

Die nächste FUNKSCHAU bringt unter anderem:

Neues Rundfunk-Sendezentrum auf dem Hohenpeißenberg
Digitaltechnik im Autoradio
Selbstbau von Hi-Fi-Boxen
Hi-Fi-Receiver mit Brückenschaltung der Endstufen
IEA-Electrex '78 in Birmingham
Praxis & Hobby: Impulsgenerator mit TTL-Schaltungen, Maximumspeicher für Digitalthermometer, Schaltungskniff: FSK-Oszillator aus einem 4016

Nr. 15 erscheint am 14. Juli 1978 · Preis 3,50 DM

Große Beteiligung an der Plakataktion „50 Jahre Funkschau“

Zum 50. Geburtstag der FUNKSCHAU wurde an den Zeitschriftenhandel ein Plakat versandt, das den Dank an die Leser für das langjährige Vertrauen zum Ausdruck brachte.

Nahezu 2000 Zeitschriftenverkaufsstellen haben das Plakat mindestens 10 Tage lang ausgehängt. Wir freuen uns über diese große Beteiligung.

In diesem Zusammenhang wurden an den Handel 200 Taschenrechner verlost (*Bild*). Außerdem erhält jeder, der ein Foto von seinem Plakataushang eingesandt hat, ein Mont-Blanc-Quickpen-Set.

Die Glücksfee Helga Steinlechner – Sekretärin des Chefredakteurs der FUNKSCHAU – bei der Verlosung der 200 Taschenrechner

Das Juli-Heft der

ELO

bringt u. a. folgende Beiträge:

Elektronik in der Schiffahrt

ELO-Sommerpreisausschreiben, 2. Teil

Störsender – die „Pest im Äther“

Elektronischer Würfel

Vorsatz für Spitzenspannungsmesser

Jetzt wird's gemischt – Bauanleitungen für ein Mischpult, 2. Teil

Warum Hi-Fi und Stereo

Preis: 2.80 DM

Franzis-Verlag GmbH, München

Funkschau

Fachzeitschrift für Radio- und Fernsehtechnik, Elektroakustik und Elektronik

Herausgeber
FRANZIS-VERLAG GmbH
Karlstr. 37, 8 München 2, Postanschrift: Postfach 37 01 20, 8 München 37, Fernruf 0 89/51 17-1, Fernschreiber (Telex) 52 23 01, Postscheckkonto München 57 58-8 07.

Verlagsleiter: Peter G. E. Mayer

Gesellschafter: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer KG, München (100 %).

Redaktion:
Chefredakteur: Prof. Karl Tetzner

Ressortredakteure:
Joachim Conrad (Hörfunk- und Antennentechnik, Funktechnische Arbeitsblätter, Ingenieur-Seiten)
Ing. (grad.) Herwig Feichtinger (Praxis & Hobby, Digitaltechnik)
Ing. Gunter Knauft (Bauelemente, Amateur- und CB-Funk, Neuheitenmarkt)
Dipl.-Ing. Ulrich Radke (Fernsehtechnik, Service-Seiten)
Prof. Karl Tetzner (funkschau-express, Wirtschaft, AV, profess. Nachrichtentechnik)

Weitere Redakteure:
Henning Kriebel, Ing. Hans Wilhelmy

Nachdruckrechte, Sonderdrucke und Lizenzen: Siegfried Pruskil

Hersteller: Robert Hufnagel

FUNKSCHAU-Labor: Ing. (grad.) Hans Neumayr

Anzeigen:
Anzeigenleiter: Gerhard Walde
Disposition: Rosemarie Holzbach
Telefon (0 89) 51 17-2 36
Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 22

Auslandsvertretungen: **Schweiz:** Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N.Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Die FUNKSCHAU erscheint vierzehntäglich, jeweils freitags (26mal im Jahr)
Druckauflage dieses Heftes:
129 000

Bezug:
Vertriebsleiter: Peter Habersetzer
Bestellungen nehmen jede Buchhandlung im In- und Ausland, die Deutsche Bundespost und der Verlag entgegen. Die Kündigung des Abonnements ist bei jährlicher Zahlweise 8 Wochen zum Kalenderjahresende, bei vierteljährlicher Zahlweise 8 Wochen zum Quartalsende möglich.

Bezugspreis: Das Einzelheft kostet 3.50 DM. Der Abonnementspreis für das Vierteljahr (6 bzw. 7 Hefte) beträgt 21.– DM. Das Kalenderjahresabonnement (26 Hefte) kostet im In- und Ausland 78.– DM. In diesen Preisen ist die gesetzliche Mehrwertsteuer in Höhe von 6 % enthalten; in den Abonnementspreisen auch die Versandkosten. Einzelpreis in ausländischer Währung: bFr. 67.–/dkr 9.50/hfl 4.10/öS 30.–/(Jahresabo öS 720.–)/sfr 4.–/(Jahresabo sfr 84.–)/Fr. 7.50 (Jahresabo Fr. 165.–).

Auslandsvertretungen: **Belgien:** Internationaal Persagentschap PVBA, Karel Govaertsstraat 56-58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul. Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern).

Frankreich: Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Verantwortlich für den Textteil: Joachim Conrad, für den Anzeigenteil: Gerhard Walde, beide in München.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe:
Ing. Walter Erb, Wien.

Druck: Franzis-Druck GmbH, Karlstraße 35, 8000 München 2. Fernsprecher (0 89) 51 17-1

Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens zulässig hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wissenschaft GmbH, Großer Hirschgraben 17/21, 6000 Frankfurt a. M. 1, von der Einzelheiten der Zahlungsmodalitäten zu erfahren sind. Nach dem Gebührenmarkenverfahren ist je vervielfältigte Seite eine Gebührenmarke von –.40 DM zu verwenden. Gebührenmarken können von der VG Wissenschaft bezogen werden.

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen und Schaltungen in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. die Schaltungsentwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte und Schaltungen mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.

Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.

ISSN 0016-2841

Industrie INLAND

Die NCR GmbH erklärte, daß die Bilanzsumme 1977 um 2,4 % auf 297,4 Mio. DM zurückging, hingegen stieg der Jahresüberschuß um 23,9 % auf 15,1 Mio. DM. Für Investitionen wurden 1977 rd. 32,5 Mio. DM ausgegeben (+ 10,4 %), 1978 sollen es 41 Mio. DM werden. Bemerkenswert ist der Abbau der Bankverbindlichkeiten im Berichtsjahr auf 11,1 Mio. DM (1976: 36,5).

Wegen der bevorstehenden Schließung des Werkes Rastatt der SEL (ITT Schaub Lorenz) kommt es zwischen dem Betriebsrat und der Geschäftsleitung zu immer neuen Auseinandersetzungen. Am 31. Mai trat der Wirtschaftsausschuß des Gesamtbetriebsrates der SEL zurück, weil der Ausschuß eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit dem Vorstand als nicht mehr möglich ansieht. Dr. Harry Meisel, Präsident des Landesarbeitsamtes Baden-Württemberg, ist dem Vernehmen nach als Vermittler zwischen Vorstand und Betriebsrat eingeschaltet worden.

Über die Zusammenarbeit der Siemens AG und der japanischen Fujitsu Ltd. auf dem Computergebiet, von uns kurz in Heft 12/1978, S. 521, gemeldet, teilt uns unser Japan-Korrespondent zusätzlich mit: Erste Verhandlungen gab es schon vor sechs Jahren, immer mit dem Ziel, sich gegen die übermächtige IBM zu behaupten. Sie wurden im April in Japan beendet, nachdem eine sechsköpfige Siemens-Delegation alle Einzelheiten geklärt hatte. Siemens übernimmt von Fujitsu die letzten Modelle der Großrechner und fügt sie in seine Linie 7000 ein, um damit der IBM-370-Serie Konkurrenz machen zu können, zumindest im Bereich der EG. Umgekehrt übernimmt Fujitsu u. a. den schnellen Siemens-Laser-Drucker zum Einbau in seine Anlagen. Die Verhandlungen wurden unterstützt durch eine gewisse Kapitalbeteiligung von Siemens an der Muttergesellschaft von Fujitsu, der Fuji Electric Mgf. Co, und durch den Umstand, daß Siemens seit dem Fehlschlag der Unidata (europäische Computergemeinschaft Siemens, Philips, CII) ohne Partner war sowie durch die Ankündigung der neuen IBM-Serie 303X.

Die Nautik-Abteilung der zunächst im Vergleichsverfahren befindlichen Elac GmbH, Kiel, wurde von Honeywell mit allen 400 Mitarbeitern übernommen und firmiert jetzt Honeywell-Elac-Nautik GmbH. Die Verhandlungen führte Dr. Helmut Hoss, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Honeywell GmbH. – Für die Phono-Abteilung der Electroacustic GmbH blieb nur der Konkurs übrig, er wurde am 22. Mai eröffnet. Einen Tag später führte dieser Zweig, jetzt genannt Elac-Phono (Kern), eine Betriebsversammlung durch, auf der der Konkursverwalter Gustafsen bitter die Konzeptlosigkeit der bisherigen Verwaltung unter Ex-Geschäftsführer Lassen kritisierte und auch Fehler der Vergleichsverwaltung anprangerte, etwa die vorzeitige Reduzierung der Serviceabteilung (ursprünglich Auflösung), wodurch der Absatz der Phonogeräte erheblich erschwert wurde. Zur Zeit hat dieser Zweig noch Aufträge für drei Monate (19 000 Phonochassis für Grundig, ursprünglich 80 000) für die auf 270 Mitarbeiter reduzierte Belegschaft. Neuer technischer Leiter ist Dipl.-Ing. Borsum. Skeptiker befürchten, daß letztlich nur die Tonabnehmerfertigung mit 60 Arbeitsplätzen übrig bleiben wird.

Industrie AUSLAND

Die ITT rechnet sich für die nächste Zukunft gute Chancen aus. Vor allem soll die Position in den USA und Kanada, wo 62 % der Erträge erwirtschaftet werden, ausgebaut werden. Die Dividende soll im Einklang mit der Gewinnerhöhung aufgestockt werden. Auf dem Sektor Nahrungsmittel hat der Mischkonzern 1977 Rekordgewinne verbucht und erwartet eine ähnlich gute Entwicklung auch 1978. Dagegen litt der Sektor Haushaltgeräte (einschl. braune Ware) in Europa unter starkem Wettbewerbsdruck, der auch 1978 anhalten wird. Der Geschäftsbereich Versicherung und Finanzen, der im Vorjahr 37 % aller Erträge erbrachte, steigerte seinen Gewinn in den letzten drei Jahren um 150 %. Der Unternehmenssektor Nachrichtenübertragung konnte sich in Europa nach einigen Flaute-Jahren wieder erholen, aber es ist fraglich, ob sich das bereits im Ertrag niederschlagen wird. Die Hotelkette Sheraton nahm einen beträchtlichen Aufschwung – bis 1982 werden Vermögenswerte von 5 Mrd. Dollar den Namen Sheraton tragen. – Im Jahr 1977 steigerte die ITT ihren Gesamtumsatz um 1,3 auf 13,1 Mrd. Dollar und erwirtschaftete einen Reingewinn von 562 Mio. Dollar.

Nachdem die amerikanischen Farbgeräte-Produzenten ihre Modelle 1978/79 auf z. T. aufwendigen Händlerpräsentationen vorgestellt haben, sind zwei Linien in der Chassiskonstruktion zu erkennen. Auf der einen Seite soll als Beispiel das „System 3" von Zenith stehen: acht Module („100 % modular chassis"), bestückt mit der eigenen 100°-Farbbildröhre mit dem scharf zeichnenden Tri-Focus-System – und auf der anderen das neue Einplatinen-Chassis der RCA, bei dem aus Kostengründen auf jede Modulisierung verzichtet wird. Quasar (Matsushita) stellte ein neues Chassis mit sechs IS vor, die fast alles machen mit Ausnahme der Konvergenz und des Netzteiles. Es ist 30 % kleiner als der Vorläufer, enthält nur noch 406 Bauelemente gegenüber bisher 516 und einen Mikroprozessor für die Bedienung. – 1978 dürfte der USA-Markt rd. 9,5 Mio. Farbgeräte aufnehmen, dazu etwa 5,5 Mio. SW-Geräte, 400 000 Videokassetten-Recorder, 35 000 Projektionsempfänger, 4 Mio. Kompakt-Stereoanlagen und etwa 750 000 Stereo-Türme oder Konsolen (eine Schätzung von Sylvania).

Bei Texas Instruments stehen die Zeichen auf Expansion. Um die neuen Technologien finanzieren zu können, wird eine Umsatzausweitung von gegenwärtig 2.05 Mrd. Dollar auf 3 Mrd. Dollar im Jahr 1980 und auf 10 Mrd. Dollar im Jahr 1990 angestrebt. In der Bundesrepublik konnte TI 1977 den Abstatz von Taschenrechnern um 56 % (stückzahlmäßig) steigern, und im 1. Quartal 1978 kam es zu einer Umsatzzunahme um sogar 78 % gegenüber dem Vergleichzeitraum 1977. Besondere Erfolge verzeichnet TI bei elektronischen Uhren; hier steigerte man den Umsatz im Bundesgebiet im 1. Quartal 1978 um nicht weniger als 680 %.

Das Wunder trat nicht ein: Die Körting Radio-Werke, Grassau/Obb. mußten am 9. Juni Konkurs anmelden, nachdem die Verhandlungen mit ausländischen Firmen wegen einer Übernahme scheiterten. Vor allem war die GTE International mit Sitz in Stamford/USA interessiert gewesen, im Zug von Erweiterungsplänen sowohl das angeschlagene Stammhaus in Grassau als auch die noch intakten österreichischen Zweigwerke Gröding und Fehring samt der österreichischen Vertriebsorganisationen zu übernehmen, wofür 22 Mio. DM gezahlt werden sollten. Der Bayerische Staat hatte, was Grassau angeht, weitgehende Förderungen in Aussicht gestellt. GTE International, auch Inhaber der Saba-Werke, gab das Vorhaben aber nach einer eingehenden Untersuchung des Status von Körting auf und wird die Mittel, die für die Projektionskapazitäts-Erweiterung bereitstehen, in andere Objekte stecken.
Der Bayerische Wirtschaftsminister Jaumann verhandelt jedoch weiter, u. a. mit dem slowenischen Staatsbetrieb Gorenje, der an der Ausdehnung seiner Produktionspalette um Fernsehgeräte bemüht ist. Dessen ungeachtet mußten rd. 400 Kündigungen in Grassau ausgesprochen werden, wahrscheinlich folgen noch weitere. Körting hatte in den letzten Monaten mit halber Kraft weiter produziert und dabei unverändert mit Verlust gearbeitet, so daß das Stammkapital von 20 Mio. DM als verloren gelten muß.

Zur Person

William Lear starb am 14. Mai im Alter von 75 Jahren in Reno/Nevada. Er wurde u. a. bekannt durch die frühe Entwicklung eines Autosupers und später als Erfinder der 8-Spur-Tonbandkassette, allgemein Cartridge genannt. Von ihm stammt auch das Geschäftsflugzeug Lear-Jet.

Walter Hecht, geschäftsführender Gesellschafter der Firma Vogt Elektronik Bauteile, Erlau b. Passau, bekam das Bundesverdienstkreuz am Band verliehen. Hecht betätigt sich u. a. im Vorstand des Bayerischen Roten Kreuzes, ist Aufsichtsratsvorsitzer einer Gemeinnützigen Baugesellschaft und an führender Stelle in der AOK Passau engagiert.

Helmut Ricke, 41, tritt am 1. August in die Geschäftsführung der Loewe Opta AG, Berlin/Kronach, als Leiter des Vertriebs ein. Damit löst sich ein Rätsel, das in der Branche lange diskutiert wurde: Wohin geht der bekannte Vertriebsmann nach seinem Ausscheiden als Leiter des Geschäftsbereiches Vertrieb von Nordmende, dort am 20. Oktober des Vorjahres bekanntgegeben und mit dem Zusatz versehen: „Die Entscheidung von Herrn Ricke liegt weit zurück und steht in keinem Zusammenhang mit der soeben bekanntgewordenen Zusammenarbeit des Unternehmens mit Thomson-Brandt".

Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Friedrich Hämmerling starb im Alter von 71 Jahren am 21. Mai in Königstein/Ts. Er hatte in 40jähriger Zugehörigkeit zum Hause AEG bzw. AEG-Telefunken, davon fast zwanzig Jahre im Vorstand, maßgeblich am Aufstieg des Konzerns mitgewirkt. Vornehmlich kümmerte er sich in der Nachkriegszeit um den Wiederaufbau der Produktionsstätten; nach dem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst gehörte er dem Aufsichtsrat des Unternehmens bis 1975 an.

Direktor Hellmut Märtens, zuletzt Leiter der Vertriebsniederlassungen Hamburg und Bremen des Unternehmensbereiches Konsumgüter von AEG-Telefunken, ging nach 47jähriger Firmenzugehörigkeit in den Ruhestand. Seine kaufmännische Lehre begann er 1930 im AEG-Büro Cottbus. In Hamburg leitete er 25 Jahre das Büro von AEG-Telefunken. – Sein Nachfolger ist **Dipl.-Kaufm. Gerd Menger,** seit 1968 bei AEG-Telefunken.

Dr. Hans K. Göhringer, Vorsitzender des Vorstandes der Brown, Boveri & Cie, wurde für weitere zwei Jahre als Präsident des Zentralverbandes der elektrotechnischen Industrie (ZVEI) bestätigt, er ist überdies Vizepräsident des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI). – Ebenfalls wiedergewählt als stellvertr. Vorsitzer wurde **Eberhard Bauer,** Inhaber der Eberhard Bauer GmbH, Esslingen, und neu gewählt als stellvertr. Vorsitzer wurde **Wolfgang Seelig,** Vorstandsmitglied der Siemens AG, München.

Klaus Muncke, 40, übernahm bei der Mostek GmbH, Filderstadt 1-Bernhausen, den Vertrieb Zentral-Europa (Deutschland, Österreich, Holland, Schweiz). Munck war zuletzt bei Siemens in Nürnberg zuständig für den Halbleiterverkauf an die dort ansässige Unterhaltungsgeräte-Industrie.

Ludwig Köhler, 63, langjähriger Werbeleiter der Gossen GmbH, tritt am 30. Juni in den Ruhestand. Er begann seine Laufbahn bei Gossen im Jahr 1934 als kaufmännischer Lehrling. Nach dem Krieg kehrte er zu dem Unternehmen zurück und übernahm 1956 die Werbung, zusätzlich absolvierte er 1952/53 einen Berufslehrgang als Innenarchitekt. Nach seiner Pensionierung wird sich Köhler verstärkt seinen grafischen Neigungen widmen.

Horst Gardein beging am 20. Mai sein 40jähriges Dienstjubiläum im Hause Siemens. Der gebürtige Ostpreuße betreut in der Siemens Electrogeräte GmbH Großkunden wie etwa die Einkaufsverbände des Facheinzelhandels.

Dr. Hans Weinerth, Leiter des Hauptbereichs Technik von Valvo, wurde Vorsitzender des neuen Fachausschusses für Größtintegration, den die Nachrichten-Technische Gesellschaft im VDE gegründet hat.

Dipl.-Ing. Winfried Schott ist zum Nachfolger des am 30. April in den Ruhestand getretenen Leiters der Wissenschaftlich-Technischen Abteilung der Alldephi, Hamburg, berufen worden. Er war bisher in der Geschäftsführung des Philips-Forschungslaboratoriums Hamburg tätig.

Adolf Liesenkötter sen. starb am 10. Mai im Alter von 71 Jahren. Der Seniorchef des gleichnamigen Tonmöbelunternehmens stellte schon vor 1939 den elterlichen Schreinereibetrieb auf Serienfertigung um. 1947 entstand ein neues Tonmöbelwerk in Saerbeck, aus dem das heutige bedeutende Unternehmen hervorging.

Kurz berichtet

Damit die Philips-Bildplatte VLP nicht vergessen wird, führte sie John van Dongen Tormans in London vor. Er teilte mit, daß VLP auf einem Testmarkt in den USA Ende dieses Jahres eingeführt werden wird. ● Das Farbbildröhrenwerk Lebring/Steiermark wurde von Philips im Mai 1974 in Betrieb genommen; **seither sind hier über 1,5 Mio. Bildröhren gefertigt worden,** zuerst Delta, dann 20 AX und heute HiBri-Röhren. ● Nachdem die einflußreiche amerikanische SMPTE das Helical-Scan-Format C (non-segmented) für 1-Zoll Magnetband-Studiomaschinen empfohlen hat, **gab auch die European Broadcasting Union (EBU) ihren Segen für drei leicht differenzierende C-Formate.** Verfechter dieses Systems sind Ampex und Sony. ● Sperry Univac und der Otto-Versand, Hamburg, **erproben einen Computer mit Sprachausgabe für den Dialog zwischen Kunden und dem Versandhaus.** Er kann 200 s Sprache speichern und sechzehn Anrufe gleichzeitig bedienen. ● **Zwei neue Druckschriften des Deutschen Hydrographischen Instituts, Hamburg (Postfach 220):** „Jachtfunkdienst Nord- und Ostsee", 14. Auflage, für Sportfahrzeuge und nichtausrüstungspflichtige Schiffe (Bestell-Nr. 2155, 12 DM) und die Sonderausgabe „Wetter- und Warnfunk" (Best.-Nr. 2158, 4 DM) auf DIN-A-4-Faltkarton mit allen Angaben aus Nord- und Ostsee. ● **Das Ulmer Anlagenwerk der AEG-Telefunken ist Generalunternehmer für weitere zehn Schnellboote für die Bundesmarine (Wert 950 Mio. DM, Auslieferung 1982/83).** Die Boote werden bei Fr. Lürsen, Bremen, und der Kröger-Werft GmbH, Flensburg, gebaut. ● **Die Galopprennbahn Iffezheim/Baden-Baden bekam eine Farbfernseh-Überwachungsanlage** mit drei Farbkameras, Zeitlupenaufnahme, Regiezentrale und Monitore, sowie 60 Monitore für das Publikum. ● Auf dem Frankfurter Fernmeldeturm wurde ein 36-m-Mast als Antennenträger errichtet, der den Turm auf 331 m Höhe bringt. **Entgegen einiger Behauptungen wirft der Turm keinen „Funkschatten".** ● Die Gesellschaft zur freiwilligen Kontrolle von Messe- und Ausstellungszahlen (FKM) **überprüfte 1977 über 100 Veranstaltungen.** 31 Messegesellschaften sind Mitglieder der FKM. ● **Dem Interflex-Firmenverband gehören zwölf Ladenbaufirmen in sechs europäischen Ländern an;** er besteht jetzt 10 Jahre. Aus diesem Anlaß fand eine Jubiläumstagung bei der Orschler Produktion KG in Stockstadt statt. ● Ein Radiorecorder muß nicht immer eine Kompaktkassette haben – **erstmalig in der Welt ist ein Radiorecorder, der Pearlcorder SR 501, mit der japanischen Mikrokassette ausgerüstet** und nur noch 31 mm dick.

Der Großhandel muß sich wehren

Die Jahreshauptversammlung des Verbandes Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroßhändler (VDRG), diesmal in München, bot der Verbandsleitung die Möglichkeit, sich in der Öffentlichkeit zu artikulieren. Pressekonferenz, Vortragsveranstaltung und ein hervorragend ausgerichteter Gesellschaftsabend im Bayerischen Hof (Katja Ebstein als Stargast) zeugten von guter Vorbereitung. – Aus dem Geschäftsbericht des VDRG für 1977 ging hervor, daß der Schwund der Mitgliedszahlen anhält – von 1974 mit 160 Mitgliedsfirmen auf 119 per 1.1.1978, die jedoch noch 144 Filialen haben. Vorsitzender Erich Ströhlein meinte, daß die VDRG-Mitgliedsfirmen immerhin 90 % des gesamten Großhandelsumsatzes im Bundesgebiet tätigen, und daß insgesamt noch 40 % der braunen Ware hierzulande über den GH laufen. In früheren Jahren waren höhere Prozentsätze genannt worden... Es hat den Anschein, als ob der Großhandel nicht voll am Umsatzplus der braunen Ware im Vorjahr (rd. 8 %) partizipiert hat, seine Umsatzzunahme dürfte bei 5...7 % gelegen haben. Das aber ist nur eine Schätzung, denn es gibt keine GH-Umsatzstatistik. Hauptumsatzträger im GH war das Farbfernsehgerät mit mehr als 50 % Anteil, gefolgt von Hi-Fi-Anlagen. SW-Fernsehempfänger und Monoradios waren rückläufig. Hauptlieferant des Großhandels war im Vorjahr die Grundig AG, gefolgt von Saba und Philips. Hier waren Steigerungen erkennbar; die Umsätze mit Nordmende, Telefunken, ITT Schaub-Lorenz blieben gleich, weniger waren es mit Blaupunkt, Graetz und Loewe Opta. Ausländische Marken wurden vom GH nicht besonders gepflegt, das Absatzvolumen ist jedoch größer geworden. Übrigens wurden drei Schallplattengroßhandlungen Mitglieder des VDRG. – Die Geschäftsführung des VDRG erwirtschaftete 1977 wieder einen satten Überschuß von 41 742 DM, was zur Verbesserung des Vermögens führte; eine personelle Verstärkung der Geschäftsstelle wird aber in diesem Jahr die finanzielle Situation etwas schwächen. Der Geschäftsbericht legt ferner Rechenschaft ab über die Verbandsarbeit, u. a. über Gespräche mit dem Einzelhandel, dem Bundeskartellamt, der Wirtschaftspresse usw., und erwähnt auch das VDRG-Seminar im März 1977 „Mehr verkaufen – mehr verdienen" sowie die regionalen Sitzungen.

Hohe Forderungen an den Großhandel. In seinem Vortrag vor der Hauptversammlung des VDRG „Fachgroßhandel auch morgen Partner im Markt" stellte *Dr. Christian Behrends*, Köln, beachtenswerte Forderungen auf. Der Fachgroßhandel wird aufgefordert, Helfer des Einzelhandels zu sein, er soll ihn beim Einkauf und beim Marketing beraten, ihm Sonderangebote verschaffen und ihn vertriebs- und marktwirtschaftlich schulen. Letztlich soll der GH dem Einzelhandel die gleiche Unterstützung gewähren wie er sie in den Einkaufs-Kooperationen findet, jedoch ohne die dort verlangte Bindung. Der GH muß seine Außendienstmitarbeiter noch besser vorbereiten, denn die Konkurrenz im Markt wird immer härter, weil die Industrie und die ausländischen Anbieter ihre Bemühungen um den Einzelhändler verstärken. Der Spannenwettbewerb verschärft sich. Immerhin hat der GH dank des Wachsens des Marktvolumens weiterhin reelle Chancen. Behrend fragte aber auch, ob der Vollsortimenter weiterhin die richtige Form ist.

Minister a.D. Dr. Dollinger bot in seinem Vortrag „Unternehmerisches Handeln ist entscheidend in der sozialen Marktwirtschaft" für den Großhandel wenig Brauchbares. Es war ein Appell an die unternehmerische Persönlichkeit, wie man sie in Leitartikeln von Wirtschaftspublikationen oft gelesen hat, verziert mit allerlei Ausfällen gegen die sozialliberale Koalition in Bonn. A. + K.T

Der Markt

Einer Information der Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (GfU), die auch die Funkausstellungen ausrichtet, ist zu entnehmen, daß die Unterhaltungselektronik-Industrie hierzulande die Marktentwicklung in den ersten Monaten des Jahres umsatzmäßig befriedigend, ertragsmäßig skeptisch betrachtet. Auch für 1978 wird wieder mit einer Umsatzzunahme um 8 % gerechnet (wie 1977), aber der Ertrag leidet unter einem „ungesunden Importdruck" und im Ausland unter dem Währungsgefälle. Im 1. Quartal 1978 setzte die Industrie 27,8 % mehr Farbgeräte als im gleichen Vorjahreszeitraum ab, bei Farbportables sogar 58,3 %. Bei SW-Fernsehgeräten ergab sich ein Rückgang um 1,7 %. Daß er nicht höher ausfiel, geht auf die hohen Umsätze mit SW-Portables zurück (+ 23 %). Man rechnet aber damit, daß es sich bei der großen Nachfrage um eine vorgezogene Eindeckung aus Anlaß der Fußball-WM handelt, der im Sommer und Frühherbst ein entsprechendes „Loch" folgen wird. Zur Zeit sehen erst 50 % aller Fernsehteilnehmer „farbig", hier sind noch beträchtliche Marktreserven erkennbar. Der Umsatz mit Videokassetten-Recordern hat außergewöhnlich angezogen; Lieferengpässe bei Geräten und Kassetten sind noch nicht vollends abgebaut. Für 1978 schätzt die GfU einen Gesamtumsatz mit diesen Geräten in Höhe von 85 000 St. – Zu Hi-Fi wird angemerkt, daß hier langfristig beste Aussichten bestehen, obwohl Fernostimporte preisdrückend wirken. Erst ein Drittel aller Haushalte hat heute ein Hi-Fi-Stereogerät. Im ersten Quartal 1978 wurden 1,5 Mio. Rundfunkempfänger aller Typen hergestellt (1977: 1,7), darunter 857 000 Autosuper. 1977 betrug die „Marktverfügbarkeit" bei Autoradios 3,56 Mio. Stück (= Produktion ./. Export + Import).

Veranstaltungen und Termine

Die ERTEL 4, Europäische Rundfunk-, Fernseh- und Elektroakustik-Ausstellung in Mailand vom 7. bis 11. September (Palazzo Meccanica 7), wird die vorjährige Ausdehnung – damals 10 000 m² – durch Hinzunahme eines weiteren Stockwerkes von 5000 m² im Palazzo Meccanica 7 weit übersteigen. Eine offizielle Teilnahme des italienischen Post- und Fernmeldeministeriums ist vorgesehen. Die Veranstalter erwarten von der ERTEL 4 beträchtliche Ausstrahlung in den Mittelmeerraum und nach Nahost. Auskünfte: Centro Image, Milano-San Felice, CP. 148-20090 Segrate (Milano).

Die wichtigsten Elektronik-Ausstellungen in Ostasien sind geschickt terminiert worden. Vom 6. bis 11. Oktober des Jahres findet in Tokio die Japan Electronics Show statt, gefolgt von der Korea Electronics Show in der Yoido Exhibition Hall in Seoul/Südkorea vom 11. bis 19. Oktober und der Taiwan Electronics Show im CETDC Exhibition Center Taipeh vom 15. bis 25. Oktober.

Die Plenarsitzung des CCIR (Beratender Ausschuß für den Funkdienst) der ITU begann als Jubiläumsveranstaltung zum 50jährigen Bestehen dieser Organisation am 7. Juni in Kyoto/Japan; sie dauert bis zum 23. Juni. Auf dieser Veranstaltung wird eine Anzahl verdienter Mitarbeiter des CCIR geehrt, darunter Prof. Dr. Walter Bruch, langjähriger Vorsitzender einer Unterkommission, und Dr. Hans Rindfleisch, ehem. Technischer Direktor des NDR, Hamburg.

Erste Einzelheiten über das 11. Internationale Fernsehsymposium und Technische Ausstellung in Montreux, 27. Mai bis 1. Juni 1979. Die Vortragsveranstaltungen umfassen 17 Sitzungen, jeweils zeitlich parallel für „Fortschritte bei Fernseh-Systemen" und „Neuheiten bei Geräten". Die Schirmherrschaft hat der Generaldirektor der schweizerischen PTT, Fritz Locher übernommen, Ehrenvorsitzender ist Prof. Gerber. Dem Exekutiv-Komitee gehören an: Hansruedi Probst, Bern, K. Bernath, Bern, und als Manager R. Jaussi, Montreux. Das Symposiums-Komitee bilden: H. Fix/IRT München, J.H. Flaherty/CBS, New York, J. Polonsky/Thomson-CSF, Paris, und E. Schwarz, Bern. Auf der Eröffnung am Spätnachmittag des 27. Mai 1979 wird Marcel Julian, früher Generaldirektor des französischen Fernsehprogramms, zum Thema „Le Printemps des télévisions" sprechen. Anschließend werden die Ehren-Goldmedaillen an die Gewinner der Preise übergeben. – In der Liste der Offiziellen und der Symposiums-Topic-Chairmen vermißt man vertraute Namen wie Prof. Borgnis/ETH Zürich und Prof. Walter Bruch.

Die erste amerikanische HI-Fi-Spezialausstellung – im Mai in Atlanta – war ein Fehlschlag. Die Aussteller urteilten zwischen „unbefriedigend" und „sehr schlecht". Der Termin

Reduziert auf Schwarzweiß

Wer Angehörige in der DDR durch Geschenke oder sonstwie unterstützt, kann unter bestimmten Umständen „außergewöhnliche Belastungen" geltend machen, was zu einer Steuerermäßigung führt. Gilt das auch für die Überlassung eines Fernsehgerätes, etwa wie im vorliegenden Fall, an die Eltern in Berlin-Ost, die dort als Rentner leben?

Ein Westberliner ließ seinen „drüben" wohnenden Eltern über einen dänischen Geschenkevermittlungsdienst einen Farbfernsehempfänger zukommen und machte diese Ausgabe steuermindernd geltend. Sein zuständiges Finanzamt verweigerte die Anerkennung dieses Anspruches. Eine Klage beim Finanzgericht Berlin hatte einen beachtlichen Teilerfolg. Die Schenkung wurde im Prinzip als steuermindernd anerkannt, aber nur bis zur Höhe der Kosten eines gleichwertigen Schwarzweiß-Fernsehempfängers! (Urteil vom 6.9.1977, V 91/77).

Damit folgte das Finanzgericht dem auch bei Pfändungen üblichen Brauch. Wer bei einem Schuldner pfänden läßt, darf den evtl. vorhandenen Schwarzweiß-Fernsehempfänger nicht mit dem „Kuckuck" verzieren lassen, sondern solches nur tun, wenn ein Farbgerät vorhanden ist – muß dann aber als Ersatz einen gleichwertigen SW-Empfänger hinstellen (Austauschpfändung). „Gleichwertig" dürfte sich wohl auf die Bildschirmgröße beziehen.

Veranstaltungen und Termine (Fortsetzung)

war falsch gewählt; er lag zu dicht hinter den vielen Dealers Conventions, die die Industrie gerade hinter sich hatte und wo jeder Hersteller seine wichtigsten Kunden gesehen hatte. Ob sich die Ausstellung im nächsten Jahr wiederholen läßt, ist ungewiß, immerhin haben die USA noch zwei Consumer Electronics Shows im Jahr (1978: im Februar in Las Vegas, im Juni in Chicago).

Die Fachausstellung Mini/Micro '78, angesetzt für den 6. bis 9. Juni in Frankfurt, ist wegen mangelndem Ausstellerinteresse abgesetzt worden. Wie die Exhibit Ausstellungs-GmbH mitteilte, lagen bis zum 12. Mai nur zwölf definitive Zusagen vor.

An der Fachhochschule Nürnberg führte die ITT Bauelemente Gruppe Europa die siebenteilige Vortragsreihe „Managementaufgaben des Ingenieurs in Industriebetrieben" durch. Aus diesem Anlaß wurden der Fachhochschule als Spende der ITT zwei Fernsehgeräte und zwei Kassettenrecorder überreicht, die im Labor für Mikroprozessor-Programmierung benötigt wurden.

Bei der AMK Berlin wurde der Ausstellungsausschuß für die Internationale Funkausstellung 1979 in Berlin gebildet, dem, wie immer, Vertreter aller beteiligten Gruppen angehören. – Der Sender Freies Berlin hat auf Beschluß der ARD-Intendanten die Federführung für die Vorbereitung der ARD auf der Funkausstellung 1979 übernommen.

Handel und Vertrieb

Matsushita Electric Sales (Europe) Verkauf GmbH zieht von Hamburg nach Wiesbaden, um näher an die Hauptabnehmer heranzukommen. *Immerhin sitzen $^2/_3$ aller Kunden südlich von Frankfurt. Das Unternehmen ist eine Tochtergesellschaft der Matsushita Electric, Osaka, und steht unter Leitung von Dr. Kawakatsu. Vom Umzug sind etwa 80 Mitarbeiter betroffen; auch das Frankfurter Hauptlager und die Servicewerkstätten werden nach Wiesbaden verlegt. Vertrieben werden elektronische Bauelemente und eine beträchtliche Skala von anderen elektrischen Geräten außerhalb der Unterhaltungselektronik, für deren Verkauf National Panasonic unter Leitung von S. Kuraku zuständig ist; diese Tochtergesellschaft des Mutterhauses verbleibt in Hamburg. Präsident Iimura von der Matsushita Sales Corp., der eigens für die Unterzeichnung der Grundstücksverträge von Osaka nach Wiesbaden kam, bezifferte den Konzernumsatz im letzten Geschäftsjahr auf 16 Mrd. DM; es werden weltweit mehr als 100 000 Mitarbeiter beschäftigt. – Der Gesamtumsatz von Matsushita in Europa liegt bei 800 Mio. DM, im Bundesgebiet verkaufen beide Tochtergesellschaften für rd. 250 Mio. DM.*

Nachdem die Firma Dau GmbH & Co., Ligist/Österreich, als Gesellschafter aus der Dau Vertriebs GmbH, Nagold, ausgeschieden ist, hat letztere ihren Firmennamen in „Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH, Nagold" geändert. Geschäftsführer und alleiniger Eigentümer ist Dipl.-Volksw. W. Endrich. Es besteht eine Personal- und Bürogemeinschaft mit der Firma TOP Electronic GmbH, Nagold. Vertrieben werden elektronische Bauelemente, Lautsprecher- und Boxen-Zubehör, CB-Antennen und Hobby-Bausätze.

Die Rudolf Wegner GmbH, Hamburg, hat seit dem 18.4. den Rank-Arena-Vertrieb für Deutschland übernommen und ein neues Programm vorgestellt, vornehmlich Kompaktanlagen mit Kassettenrecordern. Im Herbst sollen auch Fernsehgeräte angeboten werden.

Sender und Programme

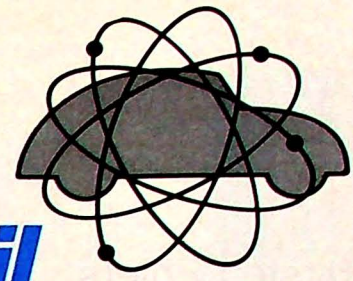
Besucher Japans sind verblüfft, wie wenige UKW-Sender es in diesem Elektronik-Land gibt; in Großstädten wie Osaka und Tokio sind es jeweils nur z w e i ! Nach Jahren der Stille scheint etwas in Bewegung zu kommen; der Post- und Fernmeldeminister deutete kürzlich an, daß mit weiteren Senderkonzessionen zu rechnen sei, ohne jedoch Termine zu nennen. Gedacht ist auch an UKW-Sender mit Verkehrsinformationen. Zur Zeit liegen 30 Anträge privater Unternehmer auf Zulassung von UKW-Sendern vor.

Der Genfer MW/LW-Plan teilte dem WDR Köln zusätzlich zu Langenberg auf 1593 kHz (ab 23.11.1978, bis dahin 1586 kHz) noch die Frequenz 720 kHz für einen tagsüber zu betreibenden Sender zu. Letzterer wurde im Sommer des Vorjahres probeweise eingeschaltet, indem die Doppelsendeanlage Langenberg auseinandergeschaltet wurde. Die Akzeptanz der neuen Frequenz war erstaunlich positiv. Der WDR hat sich daher entschlossen, dieses Provisorium in einen Dauerbetrieb umzuwandeln, wozu aber beträchtliche Baumaßnahmen nötig sind, die bereits anliefen und bis Mitte 1980 abgeschlossen sein werden. Am 1. Juni ist der gesplittete Betrieb der Langenberg-Senderanlage wieder eingeführt worden (bis zum 30.9.). Der endgültige Betrieb mit 800 kW auf 1593 kHz (1. Progr.) und tagsüber mit 200 kW auf 720 kHz (2. Programm) dürfte erst Mitte 1980 mit einer dann im wesentlichen neu konstruierten Anlage möglich sein.

Tonträger

43,2 Mio. Tonträger (+ 4,1) setzten im I. Quartal 1978 die Mitgliedsfirmen des Bundesverbandes der Phonographischen Wirtschaft im Bundesgebiet, in Westberlin und im Export um. Zuwachs gab es vornehmlich bei Singles (+ 11 %) und bei LP im Normalpreisbereich (über 12.80 DM Verkaufspreis) mit + 18 % gegenüber dem Vergleichszeitraum 1977. Klassik-Tonaufnahmen steigerten sich um 14 %, bei Pop waren es nur + 10 %. Der Anteil der Musikkassetten nimmt weiter zu; im Pop-Bereich wurden im Berichtszeitraum 31 % des stückzahlmäßigen Gesamtumsatzes mit Kassetten getätigt, im Klassikbereich bereits 12,5 % (+ 5,5 %). Kommentar des Bundesverbandes zu diesen Zahlen: „Es wäre leichtfertig, die Ergebnisse des ersten Quartals als Tendenzaussage für die weitere Entwicklung zu werten. Wenn einige Zahlen auch eine erfreuliche Absatzlage anzeigen, so sind sie doch erfahrungsgemäß wenig repräsentativ für die kommenden Monate."

Elektronik im Automobil



Auf insgesamt 46 Seiten bringt die FUNKSCHAU in diesem Sonderthemenheft eine umfassende Übersicht des derzeitigen Stands der Elektronik im Automobil. Wir haben dabei drei Hauptgruppen der elektronischen Kraftfahrzeugbranche zu Wort kommen lassen. Das sind zunächst einmal die Hersteller von Einzelbauelementen, hier vorzugsweise der Halbleiter. Sie drängen schon seit langem, teilweise mit gutem Erfolg, auf die Einführung der Elektronik im Fahrzeug. Die zweite Gruppe sind die Automobilhersteller. Für sie besteht vordergründig kein Anlaß, gutgehende Fahrzeugmodelle, die einen sehr hohen Zuverlässigkeitsstand erreicht haben, zu ändern. Doch hier trügt der Schein. Hinter oft noch verschlossenen Türen wird emsig am elektronischen Automobil gearbeitet, wobei der Mikroprozessor der zentrale Punkt ist, zu dem letztlich alle Wege führen. Zwischen diesen beiden steht die Zulieferindustrie. Sie kauft oder fertigt Einzelbauelemente und stellt funktionsfähige Baugruppen her, die dem Kraftfahrzeughersteller angeboten werden. Sie bekommt den Kostendruck stark zu spüren, die die heute noch meist mechanische Fertigung auf sie ausübt. Elektronik heißt auch für sie auf lange Sicht die Parole. Einer konnte in diesem Sonderthementeil nicht berücksichtigt werden: Der Konsument. Bis zu einem gewissen Grad entscheidet auch er, wieviel Elektronik in ein Automobil der Zukunft eingebaut werden soll: Er muß es nämlich bezahlen.

Unser Sonderthementeil enthält folgende Beiträge:

	Seite
Elektronik im Automobil – Ersatz für Feinmechanik	638
Ingtronic HZE – ein wirkungsvolles Zündsystem	640
Die Automobil-Elektronik am Armaturenbrett	641
Die Umweltbedingungen der Elektronik im Kraftfahrzeug	644
Bessere Zündfunken	647
Von der Mechanik zur Elektronik	648
Entwicklung der Elektronik im Auto – dargestellt am Beispiel Volkswagen	651
Elektronik bei Porsche	654
Leuchtdioden zeigen Batterieladezustand an	656
Abstandswarnradar für Kraftfahrzeuge	657
Zukunftsaussichten von Zündsystemen	660
Lampenüberwachung – Kontrolle gegen Blindfahrt	662
Management von Mikroprozessor-Schnittstellen in der Kraftfahrzeugelektronik	663
Mikrocomputer in komplexen Automobilanwendungen	667
Elektronische Heizungsregelung für PKW	672
Elektronik in BMW-Autos	673
Entwicklung und neue Perspektiven der elektronischen Automobilzündung	676
Sensoren für die Automobilelektronik	679

Und in unserer Rubrik P & H finden Sie die Bauanleitungen

Scheibenwischer-Intervallsteuerung mit Waschautomatik	693
Kontaktlose Füllstandsanzeige für Scheibenwaschbehälter	696

Nimmt man heute eine elektronische Fachzeitschrift zur Hand, so muß man den Eindruck gewinnen, daß in steigendem Maße auf allen technischen Fachgebieten Mechanik durch Elektronik abgelöst wird. Verstärkt wird dieser Eindruck noch durch die vielen Dinge des täglichen Lebens, die bisher typische Bauelemente der Feinmechanik waren und jetzt rein elektronische Geräte sind. Als Beispiele seien hier erwähnt die vollelektronischen Uhren, die vollelektronische Abstimmung an Radio- und Fernsehgeräten, die elektronischen Kleinrechner und nicht zuletzt die elektronischen Büromaschinen.

Dr. Karsten Ehlers

Elektronik im Automobil
Ersatz für Feinmechanik

Es wirft sich nun die Frage auf, ob dies ein genereller Trend ist. Wird Feinmechanik grundsätzlich durch Elektronik abgelöst? Im besonderen aber interessiert, ob eine entsprechende Entwicklung auch im Automobilbau festzustellen ist.

Der folgende Beitrag aus der Elektronik-Entwicklungsabteilung des VW-Werkes analysiert dieses recht mehrschichtige Problem und versucht, eine prinzipielle Antwort abzuleiten.

Mensch, Automobil, Umwelt

Der Mensch, das Automobil und die Umwelt stehen in einem wechselseitigen Zusammenhang. Sie kommunizieren miteinander, sie beeinflussen sich gegenseitig, sie steuern und werden gesteuert, sie regeln und werden geregelt. Man spricht von einem Großregelkreis (Bild 1).

Störungen, die von außen her auf diesen Großregelkreis einwirken, werden größtenteils über den Fahrer in das System eingespeist. Der Fahrer kommuniziert also direkt mit dem Fahrzeug. Über Kleinregelkreise wird dem Befehlsinitiator der Empfang des Befehles quittiert und meistens auch die Ausführung zurückgemeldet.

Als Beispiel sei hier das Einschalten des Fahrlichtes angeführt. Der Finger des Fahrers verspürt einen deutlichen Widerstand beim Umlegen der Schaltwippe und bekommt zusätzlich durch das damit verbundene akustische Knacken die Ausführung des Befehls zurückgemeldet.

Was bedeutet Feinmechanik im Automobil?

Der Begriff Feinmechanik ist relativ zu verstehen, relativ zu Größe und Umfang der umgebenden Mechanik. Für einen Uhrmacher bedeutet Feinmechanik beispielsweise eine Unruhe und deren Lagerung. Für den Automobilingenieur ist Feinmechanik u. a. die über Fliehgewichte gesteuerte Zündwinkelverstellung im Zündverteiler oder auch ein elektromagnetisch betätigtes Einspritzventil.

Feinmechanik
stellvertretend für Elektronik

Im Automobilbau wurde und wird Feinmechanik für Steuerungen und Regelungen von Aggregaten wie Motor, Getriebe, Generator und vieles andere mehr eingesetzt. Das allen Steuer- oder Regelungssystemen Gemeinsame ist, daß ein oder auch mehrere Eingangssignale nach vorgegebenen linearen oder auch nichtlinearen Funktionen feinmechanisch – also im Kleinleistungsbereich – zu einem Endsignal weiterverarbeitet werden. Theoretisch könnten Signalverarbeitung und Umwandlung im leistungslosen Bereich durchgeführt werden.

Hier bietet sich die Elektronik an, die durch die Vielzahl ihrer linearen und nichtlinearen Bauelemente sehr ökonomisch und fast leistungslos die Signalverarbeitung möglich macht. In der

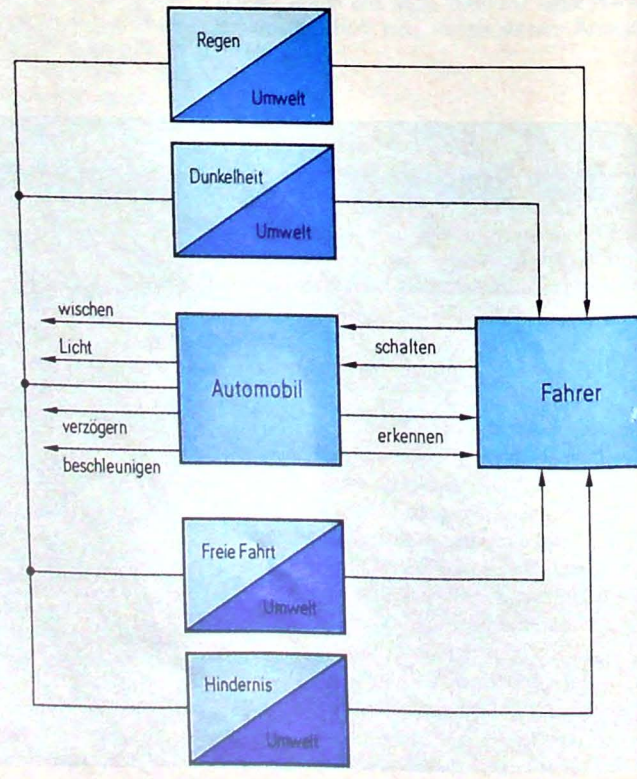


Bild 1. Mensch, Umwelt und Automobil bilden einen Großregelkreis

Vergangenheit hat hier die Feinmechanik gewissermaßen stellvertretend für die Elektronik Probleme gelöst.

Wo ist Feinmechanik im Kraftfahrzeug zu finden?

Sucht man nach Anwendungsschwerpunkten von Feinmechanik im Kraftfahrzeug, so zeigt sich, daß sie immer dort zu finden sind, wo der Mensch mit dem Automobil kommuniziert. Zur Hauptsache geschieht dies über die Instrumentierung, also Tachometer, Temperatur- und Tankanzeige usw., ferner über alle Schalter, die am Armaturenbrett untergebracht sind, und über Betätigungsorgane, die in unmittelbarer Nähe des Lenkrades angebaut sind.

Das prinzipielle Merkmal des Kommunikationsfeldes Mensch/Automobil ist die Umwandlung von Signalen geringer Leistung eines Systems in entsprechende Signale eines anderen Systems. Beispielsweise wird durch die Betätigung der Wippe eines Schalters ein elektrischer Stromkreis von hochohmig in niederohmig umgeschaltet.

Ein weiterer Schwerpunkt der Anwendung von Feinmechanik im Automobil ist die Steuerung bzw. Regelung von Aggregaten. Sie können in Abhängigkeit von Befehlen des Fahrers oder von verschiedenen anderen Parametern rein mechanisch – also im gleichen System – gesteuert bzw. geregelt werden.

Wenn jedoch die Einrichtungen zur Steuerung bzw. Regelung zu aufwendig oder zu toleranzempfindlich werden, dann ist es durch die Elektronik möglich geworden, die Steuerungs- und

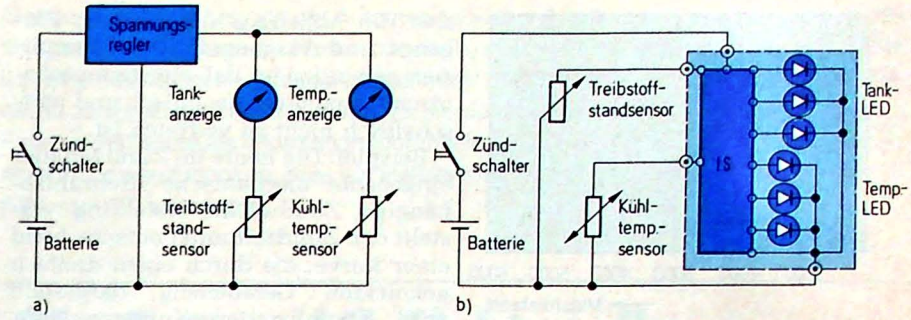


Bild 2. Gegenüberstellung eines mechanischen (a) und eines elektronischen (b) Temperatur- und Tankanzeigesystems

Regelungssignale ins Elektronische zu transportieren und die gesamte Signalweiterverarbeitung elektronisch vorzunehmen. Am Ende dieses Verarbeitungsprozesses muß das elektrische Signal wieder in die Mechanik zurücktransformiert werden. Hierbei ist die Feinmechanik der Mittler zwischen Elektronik und Mechanik. Als Beispiel sei hier das Relais erwähnt, das in jedem Automobil vielfach angewendet wird.

Prinzipielles Merkmal also hier: Die Feinmechanik findet sich immer an den Stellen, an denen aus dem System Mechanik in das System Elektronik oder auch umgekehrt übergewechselt wird.

Ersatz der Feinmechanik durch die Elektronik

Die Frage, ob im Kommunikationsfeld Mensch/Automobil die vorhandene Feinmechanik durch Elektronik ersetzt werden kann, muß eindeutig bejaht werden.

Man denke hier an die Geschwindigkeitsanzeigen, Temperatur- und Tankanzeigen, an Kontrolleuchten und sonstige Warneinrichtungen. Dies alles kann durch Digital- oder Quasi-Analoganzeigen, die mit Leuchtdioden oder Flüssigkristallen aufgebaut sind, ersetzt werden (*Bild 2a* und *2b*), z. B. bei der Temperatur-/Tankanzeige mit LED.

In das Kommunikationsfeld Mensch/Automobil gehören ebenfalls alle Schalter und sonstigen Betätigungsorgane. Der Ersatz dieser feinmechanischen Bauelemente durch die Elektronik ist grundsätzlich möglich.

Beispielsweise können Schalter durch Berührungssensoren ersetzt werden. In diesem speziellen Falle wird der Kleinregelkreis Fahrer/Schalter jedoch aufgetrennt, weil Sensoren den Empfang des Befehls nicht durch das Spüren eines mechanischen Widerstandes oder eines akustischen Knakkens zurückmelden.

Aus Gründen der Verkehrssicherheit jedoch ist der Verlust dieses originären Kleinregelkreises nicht zu empfehlen. Vertretbar ist dies nur dann, wenn dem

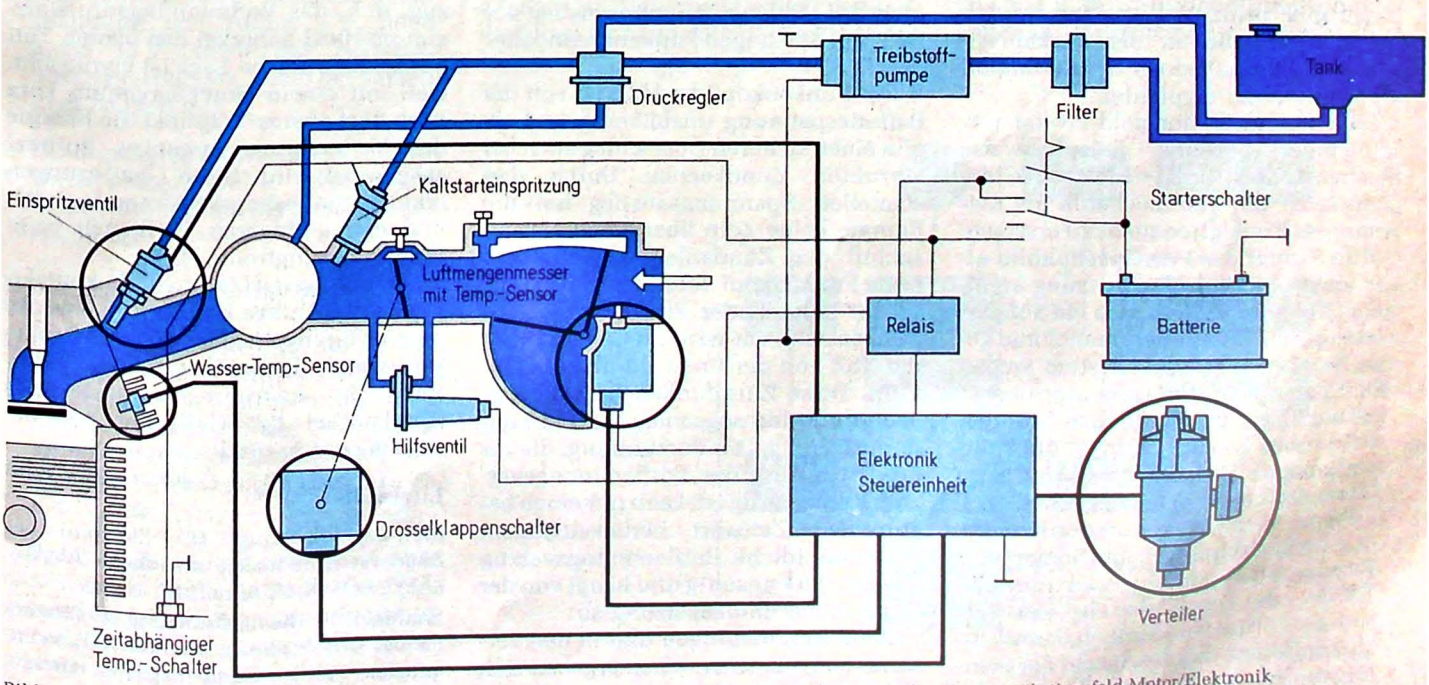


Bild 3. Prinzip einer elektronischen Einspritzung beim Ottomotor. Die eingekreisten Bauteile zeigen das Kommunikationsfeld Motor/Elektronik

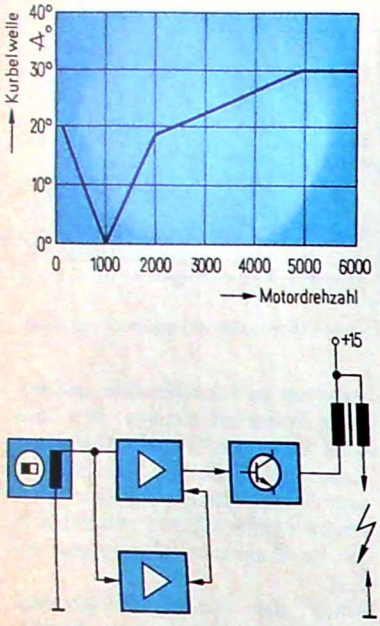


Bild 4. Komplizierte Zündverstellkurven sind mit mechanischen Bauteilen und wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht mehr herzustellen. Die Lösung erfolgt hier zweckmäßigerweise elektronisch

Fahrer unmittelbar die Ausführung des Befehls zurückgemeldet wird. Als Beispiel auch hier wieder das Einschalten des Fahrlichtes. Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß der Befehlsempfang quittiert wird, weil gleichzeitig das Aufleuchten des Fahrlichtes, also die Ausführung des Befehls, vom Fahrer bemerkt werden kann.

Zusammenfassend muß aus dem oben Gesagten gefolgert werden, daß im Kommunikationsbereich Mensch/Automobil die Feinmechanik durch die Elektronik prinzipiell ersetzt werden kann. Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist dies jedoch im Automobil nicht immer zu empfehlen.

Im Kommunikationsfeld zweier verschiedener Systeme, beispielsweise Mechanik/Elektronik, Elektronik/Mechanik, ist die Feinmechanik als notwendiges Bindeglied nicht zu ersetzen.

Bild 3 zeigt das Prinzipschaltbild einer elektronischen Einspritzung an einem Ottomotor. Wenn also ein solches elektronisch gesteuertes, manchmal geregeltes Benzineinspritzsystem wegen der Komplexität des Gesamtprozesses und auch aus wirtschaftlichen Gründen zum Einsatz kommt, dann ist die Feinmechanik als Übersetzer von und zum Ottomotor unbedingt erforderlich.

Wenn heute gut funktionierende, feinmechanisch aufgebaute Steuer- und Regelsysteme durch elektronische Steuer- oder Regelkreise abgelöst werden, so ist dies vornehmlich darauf zurückzuführen, daß die Anzahl der Steuerparameter größer geworden ist oder aber die Abhängigkeit zwischen Eingangs- und Ausgangssignal so kompliziert geworden ist, daß eine feinmechanische Darstellung technisch und wirtschaftlich nicht zu vertreten ist.

Beispiel: Die heute im Zündverteiler eingebaute mechanische drehzahlabhängige Zündwinkelverstellung verstellt den Zündzeitpunkt entsprechend einer Kurve, die durch einen dreifach geknickten Geradenzug dargestellt wird. Kompliziertere Kurvenverläufe, wie beispielsweise der wieder in Richtung Frühzündung gehende Zündwinkel bei Drehzahlen unterhalb des Leerlaufes des Ottomotors, wären feinmechanisch und wirtschaftlich im Vergleich zu einer elektronischen Lösung nicht mehr machbar. In *Bild 4* ist die elektronische Lösung dieses Problems dargestellt.

Elektronik und Feinmechanik – einander bedingende Disziplinen im Automobilbau

Die im Thema dieses Aufsatzes anklingende Gegensätzlichkeit zwischen der Feinmechanik einerseits und der Elektronik andererseits existiert tatsächlich nicht. Beide Disziplinen bedingen einander, Elektronik ist ohne Feinmechanik nicht denkbar. Würde sie fehlen, gäbe es zwischen den Systemen Mechanik und Elektronik keinen Vermittler.

Die Grenzen zwischen Feinmechanik und Elektronik sind nicht exakt zu definieren. Sie werden sich jedoch immer entsprechend den bekannten Technologien der Elektronik einerseits und der technischen Machbarkeit der Feinmechanik andererseits hin und her verschieben. Daß das Gesamtsystem Feinmechanik/Elektronik – und dies trifft besonders für das Automobil zu – wirtschaftlich optimiert werden muß und sich dementsprechend die Grenzen zwischen Feinmechanik und Elektronik einspielen werden, versteht sich von selbst.

Im nächsten Jahrzehnt wird aus Komfort-, Abgas- und besonders aus wirtschaftlichen Gründen die Elektronik noch mehr als bisher integrales Bauelement des Automobils werden. Ursächlich damit verknüpft, wird der feinmechanische Anteil am Kraftfahrzeug zunehmen. ■

Ingtronic-HZE - ein wirkungsvolles Zündsystem

Die Ingtronic-HZE ist weder der Transistorzündung (TSZ) noch der Hochspannungskondensatorzündung (HKZ) zuzuordnen. Bei der HZE wird der größte Teil der Funkenenergie, ohne induktive oder kapazitive Zwischenspeicherung, direkt der Batterie entnommen. Die HZE stellt einen idealen Zündfunkengeber dar. Sie kombiniert den steilen Spannungsanstieg der HKZ mit der langen Funkenbrenndauer der TSZ.

Der Funkenkopf der HZE ist von der Batteriespannung unabhängig und ergibt einen sicheren Überschlag auch bei verrußten Zündkerzen. Durch den schnellen Spannungsanstieg hat die Energie keine Zeit, über einen Nebenschluß der Zündanlage abzufließen. Dem Funkenkopf folgt ein hoher, ca. 1,2 ms anhaltender Funkenstrom. Die Funkenstandzeit wird im Gegensatz zu der TSZ von der Drehzahl nicht beeinflußt. Diese Zündfunkencharakteristik beeinflußt den sogeanannten Entflammungsverzug. Die Vorzündung, die für den Ausgleich des Entflammungsverzuges notwendig ist, kann nur einen bestimmten Zeitwert berücksichtigen. Der tatsächliche Entflammungsverzug ist aber stark unstetig und hängt von der Gemischzusammensetzung ab.

Beim Beschleunigen und in den verschiedenen Lastbereichen ergeben sich dabei große Abweichungen. Dazu kommen schwankende Restgasanteile, unterschiedliche Homogenität des Gemisches u. a. Durch das seltene Vorhandensein eines optimal zündwilligen Gemisches treten häufig verschleppte Verbrennungen auf. Bei diesen verspätet sich das Maximum des Verbrennungsdruckes. Die Ingtronic-HZE verkürzt den Entflammungsverzug, d. h. das Verbrennungsdruckmaximum rückt näher an den oberen Totpunkt. Eine solche Lage ist erwünscht, weil mit einem Druckmaximum kurz nach dem oberen Totpunkt die Energie des Verbrennungsvorganges optimal ausgenutzt wird. Diese Überlegungen erklären die gesteigerte Motorelastizität und den geringeren Verbrauch beim Einsatz der Ingtronic-HZE.

Die Ingtronic-HZE steht als kontaktgesteuerte Anlage für Nachrüstzwecke zur Verfügung. Daneben wird auch eine preiswerte Transistorzündung gefertigt. Ein mikroprozessorgesteuertes Zündsystem mit Hallgeber befindet sich derzeit in der Praxiserprobung.

Johannes Vogler

Literatur

Dipl.-Ing. Everding, H.: Elektronisches Zündsystem reduziert schädliche Abgase. ELEKTRONIK 1976, Heft 1.

Haahtela, O.: Die Entflammung im Ottomotor bei verschiedenen Motorbetriebsbedingungen und Zündanlagenparametern, Braunschweig 1976 (Dissertation).

Genaugenommen begann die Automobil-Elektronik mit dem Einsatz des Ottomotors im Kraftfahrzeug, denn der Funke, der das Kraftstoff-Luft-Gemisch zündet, ist schließlich eine elektronische Entladung! Viel mehr Elektronik steckt natürlich im Autoradio, das in den dreißiger Jahren aufkam. Es diente zunächst zur Unterhaltung während der Fahrt und ist heute als Informationsübermittler, zum Beispiel für Verkehrsdurchsagen, nicht mehr wegzudenken. Was ein Halbleiterhersteller dazu beiträgt, zeigt dieser Bericht von ITT Intermetall.

Ing. Günter Peltz

Die Automobil-Elektronik beginnt am Armaturenbrett

Bereits vor Jahren zeigte es sich, daß die Elektronik im Kraftfahrzeug unter härteren Bedingungen arbeiten muß als beispielsweise im Heim-Rundfunkempfänger. Schwierigkeiten ergeben sich besonders durch folgende Einflüsse:

a) Die Umgebungstemperatur kann von etwa – 40 °C bis + 85 °C schwanken.

b) Unvermeidbare Erschütterungen, denn die Elektronik muß nicht nur im Rolls-Royce auf Prachtstraßen, sondern auch im Jeep auf Feldwegen arbeiten.

c) Die Auswirkungen der Beschleunigung beim Anfahren und beim Bremsen.

d) Die schwankende Bordnetzgleichspannung von früher 6 V, heute meist 12 V, sowie das begrenzte Stromangebot, vor allem bei stehendem Fahrzeug.

e) Der durch die Zündfunken und die Unterbrecherimpulse verursachte hohe Störpegel auf der Versorgungsspannung.

f) Ein begrenztes Platzangebot

g) Die Fahrsicherheit darf nur verbessert, auf keinen Fall beeinträchtigt werden. Deshalb müssen die Bedienungselemente auf das Notwendigste beschränkt werden und vom Fahrer ohne Verrenkungen erreicht werden können.

Der Einsatz röhrenbestückter Geräte ist besonders durch die Punkte b...f eingeschränkt. Für Germaniumtransistoren mit ihrer großen Temperaturabhängigkeit stellte der Punkt a eine fast unüberwindliche Hürde dar. Erst mit der Entwicklung von Halbleiterbauelementen auf Siliziumbasis konnte die Elektronik auch im Kraftfahrzeug Fuß fassen, nachdem sie ihre Bewährungsprobe in der Luft- und Raumfahrt bestanden hatte.

Die moderne Elektronik ist in Luft- und Raumfahrzeugen so wichtig, daß ohne sie kein Start möglich wäre! Dagegen erscheint das Auto elektronisch unterentwickelt. Warum ist das so? Das ist im wesentlichen eine Preisfrage, denn in Luft- und Raumfahrzeugen dient die Elektronik in erster Linie der Sicherheit und braucht bei weitem nicht so kostenorientiert zu sein wie in der Konsumelektronik. Ein Bauelement im Sicherheitssystem eines Flugzeuges, ob es sich um einen mechanischen Hebel, einen Widerstand, einen Kondensator oder ein Halbleiterbauelement handelt, darf eben nicht ausfallen! Die Preise für hier eingesetzte Bauelemente bewegen sich dementsprechend in astronomischen Höhen und sind in erster Linie durch den Aufwand für die Qualitätssicherung bedingt. Ein moderner Jet hebt ohne Elektronik nicht vom Erdboden ab, geschweige denn, daß er sein Ziel erreicht, und eine Rakete ohne Elektronik ist ein Silvesterscherzartikel. Hier ist die Elektronik ein *Muß*, beim Auto dagegen ist sie ein *Kann*. Ein Automobilhersteller wird also nur dort Elektronik einsetzen, wo sie billiger als eine adäquate Mechanik oder Elektrik ist oder mehr Komfort bietet.

Die Anfänge der Halbleiterelektronik im Kraftfahrzeug

Verstärkerröhren benötigen im allgemeinen eine Anodenspannung von 50...300 V. Entsprechend muß die vorhandene Bordspannung von 6 V oder

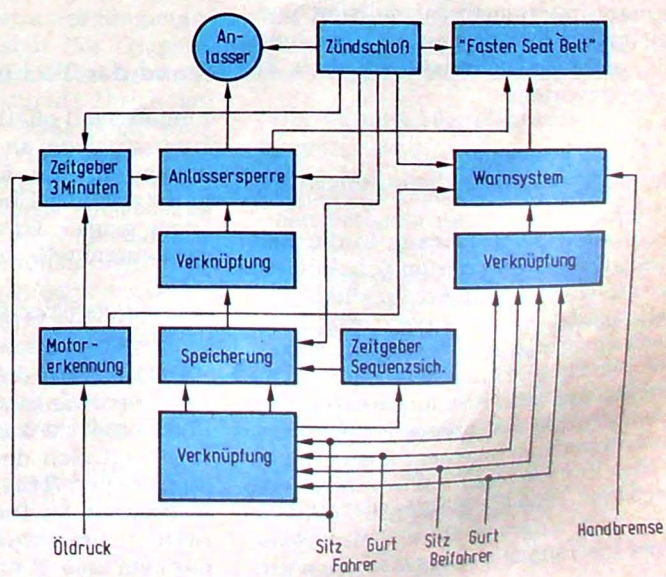


Bild 1. Blockschaltbild eines Interlocksystems

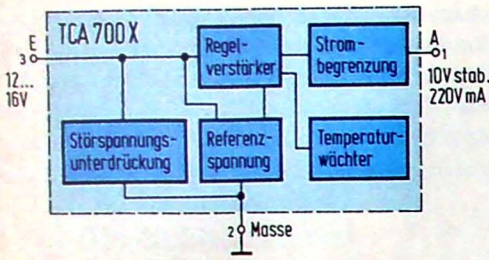


Bild 2. Blockschaltbild des TCA 700 X

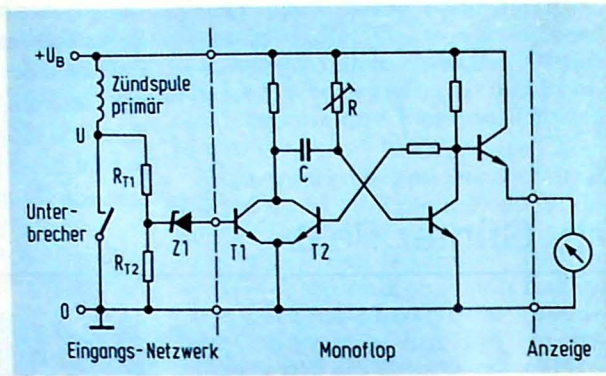


Bild 3. Funktionsprinzip des elektronischen Drehzahlmessers

12 V umgewandelt werden. Dies geschah früher mit Hilfe eines mechanischen Wechselrichters, Transformators und Gleichrichters plus Siebkette. Die Lebensdauer des Wechselrichters war durch den Kontaktabbrand begrenzt. Einen Fortschritt brachte der mit Germanium-Leistungstransistoren bestückte Transistorwechselrichter. Noch immer entnahm aber das Autoradio der 6-V-Bordbatterie einen Strom von etwa 10 A. Ein Picknick mit Autoradiomusik konnte leicht mit einer Trimm-dich-Übung im Anschieben enden.

Als nächstes wurde die Nf-Endstufe des Autoradios mit Ge-Leistungstransistoren bestückt, blieb aber in thermischer Hinsicht problematisch. Für die Vorstufen wurden Spezialröhren entwickelt, die mit 6 V Anodenspannung zufrieden waren und den Wechselrichter überflüssig machten. Aber erst die Siliziumtechnologie brachte den „voll"transistorisierten Autoempfänger mit allen Schikanen.

Auch die ersten Transistorzündungen enthielten zur Entlastung des Unterbrecherkontaktes einen Germaniumschalttransistor, der aber inzwischen auch durch Siliziumtransistoren ersetzt wurde. Entsprechend konnte auch das Blinkrelais durch Kippschaltungen mit Germaniumtransistoren realisiert werden; das brachte aber zu der damaligen Zeit weder einen Preis- noch einen Sicherheitsvorteil.

Spezielle integrierte Schaltungen für das Kraftfahrzeug

Aufgrund der Erfahrung in der Entwicklung von integrierten Schaltungen der verschiedensten Art für die Unterhaltungselektronik begann man Ende der sechziger Jahre auch bei Intermetall mit der Entwicklung spezieller Schaltungen für die Automobilelektronik. Dies war zunächst ein neues Gebiet, das umfangreiche Ingenieurversuche im Labor und im „Feld" erforderte. Zuerst entstand 1970 die Blinker-IS TAA 775, die sich aufgrund ihrer Vielseitigkeit und ihrer günstigen Eigenschaften großer Beliebtheit erfreute [1]. Ihre Aufgaben wurden inzwischen von der Mehrfunktionsschaltung SAF 1055 übernommen, die weiter unten beschrieben werden wird.

Ebenfalls 1970 wurde unter der Bezeichnung SAK 110 eine integrierte Schaltung für elektronische Drehzahlmesser erfolgreich auf dem Markt eingeführt. Sie entsprach in ihrer Funktion im wesentlichen bereits dem heute in Großstückzahlen eingesetzten Nachfolgetyp SAK 215.

Die bei diesen frühen Entwicklungen auf dem Automobilsektor investierten Untersuchungen über Störungen im Bordnetz und über den Schutz der Automobilelektronik gegen diese Störungen ergaben ein Know-how, das es z. B. ermöglichte, im Jahre 1973 binnen weniger Monate in Zusammenarbeit mit VW eine integrierte Sicherheitslogik für die Gurtbenutzung serienreif zu entwickeln und damit, trotz verschärfter Sicherheitsvorschriften, den Export von VWs nach USA zu sichern. Funktionen dieses „Belt-Interlock-Systems" SAJ 280 sind in *Bild 1* gezeigt [2].

Stand der Technik

Intermetall offeriert heute eine breite Produktpalette an integrierten Schaltungen für das Kraftfahrzeug, deren Einsatzort, der Überschrift dieses Aufsatzes gemäß, vorwiegend hinter dem Armaturenbrett liegt.

Spannungsregler für Bordinstrumente im Kfz

Die Kfz-Elektronik hat u. a. gegen die stark schwankende Spannung des Bordnetzes zu kämpfen. Zur Abhilfe empfiehlt sich der Einsatz des Spannungsreglers TCA 700 X für Kfz-Bordinstrumente [3]. Dieser hat eine engtolerierte Ausgangsspannung von 10 V, einen kleinen Temperaturkoeffizienten und ist ausgerüstet mit einer automatischen Überstromsicherung sowie einer thermischen Überlastsicherung, die die IS bei kurzzeitiger unvorhergesehener Überlastung (z. B. Kurzschluß) gegen Zerstörung schützt. Besonders wichtig für die Anwendung bei 12 V Versorgungsspannung ist die geringe an der IS abfallende Spannung, die eine hohe Ausnutzung der Versorgungsspannung gewährleistet. *Bild 2* zeigt das Blockschaltbild des TCA 700 X.

Elektronischer Drehzahlmesser

Bei dieser IS benutzt man die an der Primärseite der Zündspule auftretenden Impulse zum Triggern einer monostabilen Kippschaltung (*Bild 3*), an deren Ausgang das Anzeigeinstrument, ein Drehspulinstrument, angeschlossen ist. Bei der ersten Drehzahlmesser-IS SAK 110 bzw. SAK 115 wurde noch der Mittelwert der Ausgangsspannung des Monoflops gemessen, wobei durch Abstimmung der Temperaturkoeffizienten von Drehspule und IS eine temperaturunabhängige Anzeige erreicht wurde [4]. Der heute gelieferte Nachfolgetyp SAK 215 ist ausgangsseitig als Stromquelle ausgebildet, so daß durch eine temperaturbedingte Änderung des Widerstandes der Drehspule kein Anzeigefehler entstehen kann. *Bild 4* zeigt die Betriebsschaltung des SAK 215.

Aus Bild 3 geht u. a. der Anschluß des Drehzahlmesser-Eingangs an das

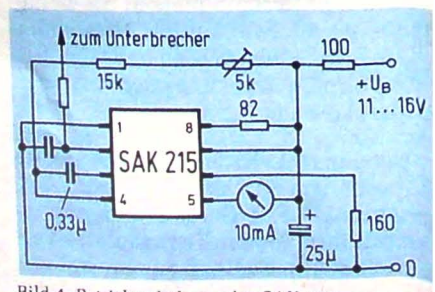


Bild 4. Betriebsschaltung des SAK 215

Zündsystem hervor. Die hohe Spannung von etwa 200 V am Unterbrecherkontakt wird durch die Widerstände R_{T1} und R_{T2} heruntergeteilt und gelangt an den Eingang des Monoflops. Bei Überschreiten der Eingangsschwelle wird der linke Transistor des NOR-Gatters durchgeschaltet, und die Schaltung kippt in den metastabilen Zustand um.

Die Aufteilung der Trigger- und Haltefunktion auf die beiden Transistoren T 1 und T 2 bewirkt während der metastabilen Zeit eine vollständige Entkopplung des Eingangs von der übrigen Schaltung. Deshalb können in der folgenden Zeit eintreffende Triggerimpulse die Dauer des Ausgangsimpulses nicht beeinflussen.

Die ersten positiven Halbwellen der Zündschwingung übersteigen den Wert, der aus der Arbeitsspannung der Eingangs-Z-Diode plus der Basis-Emitter-Spannung des Transistors T 1 resultiert, und werden dabei auf etwa 7 V begrenzt. Der Scheitelwert des Eingangsstromes wird durch die Höhe der Zündspannung und den Innenwiderstand des Spannungsteilers aus R_{T1} und R_{T2} bestimmt.

Elektronischer Tachometer und Kilometerzähler

So geht es mechanisch...

Das Gerät hat zwei Aufgaben zu erfüllen, die Anzeige der Geschwindigkeit und die Anzeige der zurückgelegten Wegstrecke. Die Information über beides wird dem Armaturenbrett über eine flexible Welle zugeführt, die entweder vom Ausgang des Schaltgetriebes über ein besonderes Abtriebszahnrad oder bei Wagen mit dafür ungünstiger Getriebeanordnung direkt von einem Vorderrad angetrieben wird. Im Tachometer rotiert ein mit der Welle verbundener Magnet, der nach dem Wirbelstromprinzip eine Kraft auf eine Metallscheibe ausübt, welche entgegen dem Rückstellmoment einer Feder den Geschwindigkeitszeiger betätigt. Außerdem treibt die flexible Welle ein Rollenzählwerk, den Kilometerzähler.

...und so arbeitet der elektronische Tachometer und Kilometerzähler mit der integrierten Schaltung SAY 115

Die Aufgabenstellung ist die gleiche wie beim mechanischen Tachometer. Jedoch läßt sich mit geringem Aufwand noch eine zusätzliche Aufgabe lösen, nämlich die Erzeugung einer geschwindigkeitsproportionalen Gleichspannung, die in Verbindung mit einer ebenfalls von der SAY 115 gelieferten Referenzspannung zum Betätigen eines akustischen oder optischen Warnsignals bei Über- oder Unterschreiten einer oder auch mehrerer frei wählbarer Geschwindigkeiten dient [4].

Im Gegensatz zum mechanischen Tachometer wird die Information über die Geschwindigkeit hier in Form von Spannungs- oder Stromimpulsen vom Getriebe zum Armaturenbrett übertragen. Die Impulse werden von einem Geber, der am oder im Getriebe sitzt, erzeugt. Die Weiterverarbeitung dieser Impulse geht aus dem Schaltbild (*Bild 5*) hervor. Alle Teile innerhalb der gestrichelten Linie sind auf einem Siliziumkristall realisiert, wobei darauf geachtet wurde, die Zahl der externen Bauelemente so klein wie möglich zu halten.

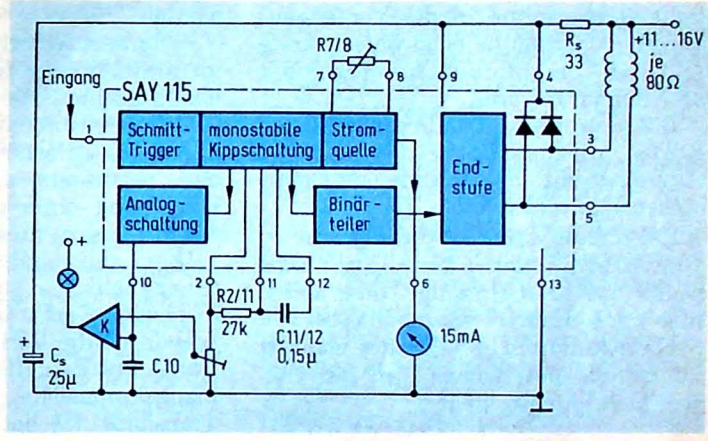


Bild 5. Block- und Betriebsschaltung des SAY 115

Die Ansteuerimpulse werden in der SAY115 zunächst durch einen Schmitt-Trigger geformt, um ein sicheres Triggern des Monoflops unabhängig von der Kurvenform des Eingangssignals zu gewährleisten. Das Triggern des Monoflops erfolgt mit der negativen Flanke des Eingangssignals. Durch das Ausgangssignal des Monoflops wird eine Stromquelle aus- und eingeschaltet, die das Drehspulinstrument für die Geschwindigkeitsanzeige speist. Aus den Stromimpulsen wird mechanisch durch die Trägheit des Instruments der Mittelwert gebildet, der dann angezeigt wird. Die Weganzeige erfolgt wie beim mechanischen Tachometer über ein Rollenzählwerk, das unter Zwischenschaltung eines kleinen Getriebes von einem Schrittmotor angetrieben wird.

Die Eingangsfrequenz für die SAY115 muß durch die Konstruktion des Gebers so hoch gewählt werden, daß bei der niedrigsten angezeigten Geschwindigkeit, üblicherweise 10...20 km/h, der Zeiger des Anzeigeinstruments nicht zittert. Damit ergibt sich für die Höchstgeschwindigkeit eine Frequenz, die im Bereich von etwa 300...500 Hz liegt. Da die zum Antrieb des Kilometerzählers verwendeten einfachen Schrittmotoren so hohe Frequenzen nicht verarbeiten können, wird die Eingangsfrequenz in der SAY115 elektronisch mittels einer Reihe von binären Frequenzteilerstufen heruntergeteilt. Das Teilerverhältnis beträgt bei der SAY115X 32:1 und bei der SAY115Y 64:1.

Mit dem Ausgangssignal des Monoflops wird auch die Analogschaltung angesteuert. Sie liefert ein Rechtecksignal mit der Impulsdauer des Monoflops. Mit dem Siebkondensator C_{10} (Bild 5) werden die Impulse integriert. Am Anschluß 2 steht eine stabilisierte Spannung zur Verfügung, aus der über einen externen Spannungsteiler die Schaltschwelle gebildet wird. Der externe Komparator K löst je nach Anordnung der Eingänge bei Über- oder Unterschreiten der eingestellten Geschwindigkeit das Warnsignal aus.

Die Vorteile des elektronischen Tachometers sind:

a) Einsparung der biegsamen Welle mit den Verbesserungen, die sich daraus ergeben: keine Geräusche, keine Schmierprobleme, längere Lebensdauer, keine Schwierigkeiten beim Verlegen der Welle infolge ungünstiger Getriebeordnung.

b) Einsparung des Abtriebszahnrades und des Flansches am Getriebe.

c) Einfache Realisierung von geschwindigkeitsabhängigen Funktionen.

(Schluß folgt)

Derzeit steht die Kraftfahrzeug-Elektronik am Beginn ihres Einsatzes komplexer Systeme, z. B. zur Motorsteuerung über Mikroprozessoren und elektrische Informationszentren. Ermöglicht wird dies durch IS immer höheren Integrationsgrades. Mit steigender Bedeutung elektronischer Geräte für Funktion und Sicherheit des Automobils wächst auch das Interesse an den Umweltbedingungen der Elektronik im Kraftfahrzeug.

Walter Knittel

Die Umweltbedingungen der Elektronik im Kraftfahrzeug

Trotz einer Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten erfolgte in der Vergangenheit die Übernahme elektronischer Geräte in die Serienproduktion zögernder als vielfach erwartet.

Der Hauptgrund dafür liegt in den Kosten, die den Ersatz mechanischer Aggregate durch elektronische Geräte wesentlich erschweren.

Ein Faktor dafür sind die extremen Umweltbedingungen für elektronische Geräte im Kraftfahrzeug. Diese sollen hier kurz erläutert werden, wobei der Schwerpunkt auf dem bisher weniger bekannten elektrischen Teil der Umweltbedingungen liegt.

Elektrische Umwelt

Als elektrische Umwelt soll die Einbettung des Gerätes in das gesamte elektrische System des Kraftfahrzeuges bezeichnet werden. Dazu gehören die für das Gerät angegebenen Bereiche der Betriebsspannung sowie die Pegelwerte (Gleich- oder Wechselspannung) an den Ein- und Ausgängen. Letztere sind funktionstypisch, deshalb soll auch hier nicht näher darauf eingegangen werden.

Besonders wichtig für die Elektronik im Kraftfahrzeug ist das Problem der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Hierunter versteht man die Fähigkeit elektrischer Einrichtungen, in einer bestimmten elektromagnetischen Umgebung ohne gegenseitige Beeinträchtigung zu funktionieren.

Durch die zunehmende Anzahl elektromagnetischer Störquellen und elektronischer Geräte im Kraftfahrzeug sowie durch die Verkleinerung der elektronischen Bauteile (diffundierter Germaniumtransistor, Silizium-Planar-Transistor, IS) hat dieses Problem in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Sehr kritisch ist der Teilbereich leitungsgebundener impulsförmiger Störungen. Einen Sonderfall der EMV stellen die Funkstörungen dar.

Betriebsspannungsbereich

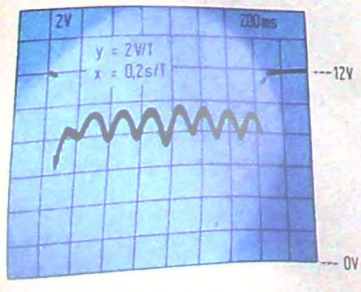
Für die Elektronik im Kraftfahrzeug wird – wie für alle elektrischen Aggregate – ein hoher Grad der Unabhängigkeit von der Versorgungsspannung gefordert. Die Funktion muß sowohl bei weitgehend entladener Batterie im Stand als auch bei voller Batterie während der Ladung durch die Lichtmaschine sichergestellt sein.

Der üblicherweise geforderte Bereich im 12-V-Bordnetz beträgt 10...15 V für die Einhaltung elektrischer Daten, während Grundwerte der Funktion in einem noch größeren Bereich eingehalten werden müssen (typisch sind 9...16,5 V).

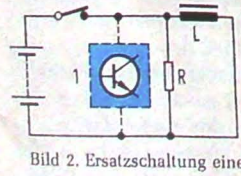
Diese Bereiche sind zwar für die Elektronik nicht immer leicht zu realisieren, sie stellen aber in der Regel nicht den schwierigsten Teil der Umweltforderungen dar. Für elektromagnetische Bauteile, z. B. Relais, bedeuten sie allerdings eine wesentliche Schwierigkeit, da die erzeugten mechanischen Kräfte proportional dem Quadrat der Spannung sind.

Spannungsänderungen – Welligkeit

Wohl jedem Kraftfahrer ist beim Anlassen des Motors während der Dunkelheit schon aufgefallen, wie stark die Lichtstärke der Lampen nachläßt. Hier handelt es sich um einen der ausgeprä-



◀ Bild 1. Betriebsspannung während eines Kaltstarts (alle Zeichnungen nach Unterlagen der Firma Hella, Westfälische Metall Industrie KG)



L = geschaltete Induktivität
R = Belastungswiderstand (Verbraucher im Bordnetz
1 = elektronisches Gerät

Bild 2. Ersatzschaltung eines Bordnetzes

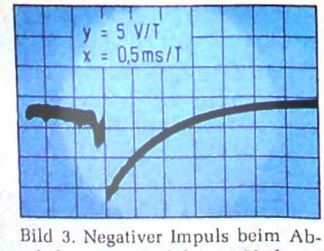


Bild 3. Negativer Impuls beim Abschalten eines induktiven Verbrauchers

testen Fälle eines Spannungseinbruchs im Kraftfahrzeug. Übliche Werte für die während des Kaltstarts noch zur Verfügung stehende Betriebsspannung sind 6...8 V bei einer 12-V-Anlage (*Bild 1*).

Andere elektrische Verbraucher (Scheinwerfer, Warnblinkanlage, Elektromotoren für Lüfter usw.) erzeugen, besonders beim ersten Einschalten, ähnlich hohe, wenn auch kürzere Spannungseinbrüche.

Positive Änderungen der Betriebsspannung können z. B. hervorgerufen werden durch die Generatoranlage beim Übergang vom Leerlauf auf Betriebsdrehzahl.

Die Bordnetzspannung ist während des Betriebes überlagert von einer in der Amplitude kleineren Wechselspannung. Quellen sind der Generator und die Zündanlage.

Impulsförmige Störungen

Bei intakter elektrischer Anlage eines Kraftfahrzeuges entstehen zwei verschiedene Grundtypen elektrischer leitungsgebundener Störimpulse:

a Ein negativer Einzelimpuls, der durch die Induktionsspannung induktiver Verbraucher (Zündspule, Relais) beim Abschalten von Teilen des Bordnetzes entsteht. Der Störer und das gestörte elektronische Gerät liegen dabei parallel (*Bild 2* und *3*). Die Ersatzschaltung (Bild 2) zeigt, daß sich die während des Betriebes gespeicherte magnetische Energie der Induktivität (L) beim Abschalten über die Verbraucher (R) und parallelliegende elektronische Geräte entlädt. Es entsteht ein negativer Impuls (Bild 3).

b Gedämpfte Hochfrequenzschwingung. Durch Schaltvorgänge an beliebiger Stelle im Bordnetz bildet sich an den Schaltkontakten kurzzeitig eine Funkenstrecke. Das Bordnetz stellt mit seinen Leitungsinduktivitäten und Kapazitäten einen gedämpften Schwingkreis dar (Ersatzschaltung *Bild 4*). Zusammen mit der negativen Widerstandscharakteristik der Funkenstrecke bildet dieser Schwingkreis einen Hf-Generator. Für die sehr kurze Brenndauer des Funkens entsteht eine ungedämpfte Schwingung, die nach Brennschluß gedämpft abklingt (*Bild 5*). Dabei bestimmt das Leitungsverhalten des Bordnetzes die Periodendauer.

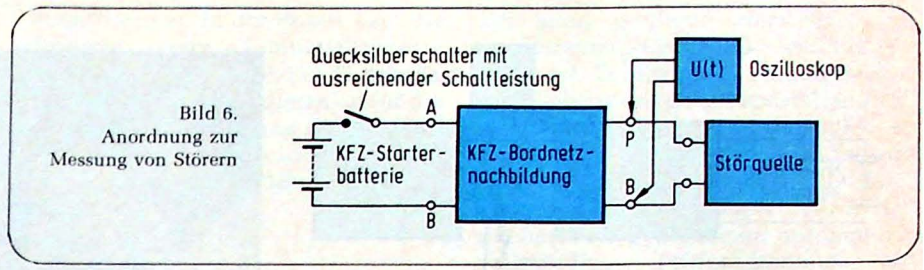


Bild 6. Anordnung zur Messung von Störern

Zu diesen beiden Haupttypen von impulsförmigen Störungen kommen noch mögliche Störungen, die in besonderen Zuständen des Kfz-Bordnetzes auftreten. Beispiele hierfür sind: Betrieb an Ladeeinrichtungen, Betrieb ohne Batterie oder beim Bruch des Batteriekabels sowie Elektroschweißen an Karosserieteilen, die im Stromkreis der elektronischen Geräte liegen.

EMV-Meßverfahren

Um die Schnittstellen zwischen verschiedenen elektrischen Aggregaten zu beschreiben, müssen zulässige Pegel für die Aussendung von Störungen durch Geräte oder Anlagen und für deren Störfestigkeit definiert werden.

Voraussetzung dafür ist die Messung von Störungen sowie die Messung der Störfestigkeit. Der in Vorbereitung befindliche DIN- bzw. VDE-Entwurf über EMV in Kraftfahrzeugen geht deshalb davon aus, die einzelnen Aggregate des Kfz bezüglich dieser Eigenschaften an einer genormten Nachbildung des Bordnetzes zu testen. Diese Netznachbildung ist ein lineares Netzwerk komplexen Widerstandes, ähnlich dem Bordnetz eines Kraftfahrzeuges.

Der Hauptgrund, weshalb anstelle des jeweiligen Kraftfahrzeuges eine Netznachbildung gewählt wurde, liegt in der besseren Reproduzierbarkeit von Meßwerten im Labor. Die elektrischen Aggregate des Kfz sind zudem in der Regel für eine Vielzahl von Kraftfahrzeugen vorgesehen und müssen entwickelt und getestet werden, bevor die endgültigen Fahrzeuge zur Verfügung stehen.

Messung von Störern (Störquellen)

Die Störer werden an der Netznachbildung mit einem Oszillografen hoher Schreibgeschwindigkeit und Bandbreite gemessen (*Bild 6*).

Messung der Störfestigkeit von elektronischen Geräten (Störsenken)

Die Störfestigkeit elektronischer Geräte wird mit Hilfe eines Impulsgenerators, der verschiedenartige Störimpulse abgibt, beurteilt. Dabei werden die vorgesehenen Impulse an der Netznachbildung in ihrer Höhe und Zeitdauer eingestellt und danach das zu prüfende Gerät parallel geschaltet (*Bild 7* und *8*).

Einfluß der EMV auf das Schaltungskonzept elektronischer Geräte für Kraftfahrzeuge

Durch die beschriebenen Störungen, besonders durch energiereiche Impulsstörungen, können elektronische Geräte zerstört oder in ihrer Funktion gestört werden. Wie bereits Bild 5 zeigt, können relativ hohe Amplituden auftreten, die die Halbleiterbauelemente gefährden. Deren Empfindlichkeit gegen Impulsstörungen ist durch die Verfeinerung der Halbleitertechnologie, die zu einer Verkleinerung der Halbleiterflächen geführt hat, sowie die größere Komplexität und die kürzeren Schaltzeiten moderner Halbleiter, besonders der IS, in den letzten Jahren stark angestiegen.

Daher sind die nötigen Siebschaltungen zum Schutz gegen Zerstörung oder Funktionsstörung ein entscheidender Kostenfaktor. Dieses gilt ganz besonders für Geräte kleinen Bauvolumens, wie z. B. Blinkgeber oder Wisch-

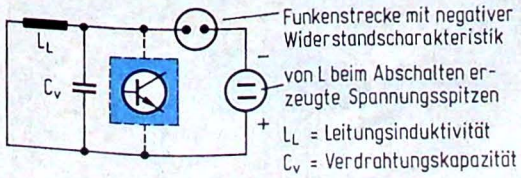


Bild 4. Ersatzschaltung eines Bordnetzes für die Entstehung von Hf-Schwingungen

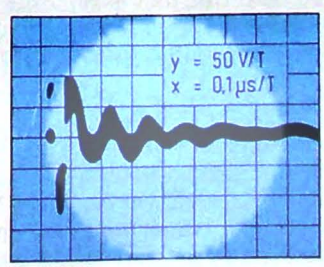


Bild 5. ▶ Störimpuls in Form einer gedämpften Hochfrequenzschwingung

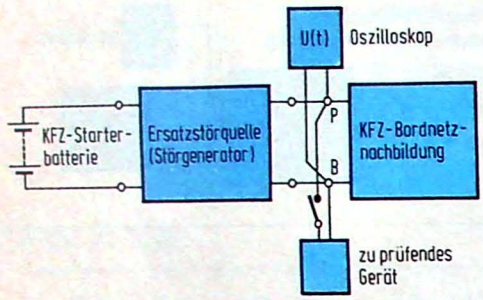


Bild 7. Anordnung zur Messung der Störfestigkeit

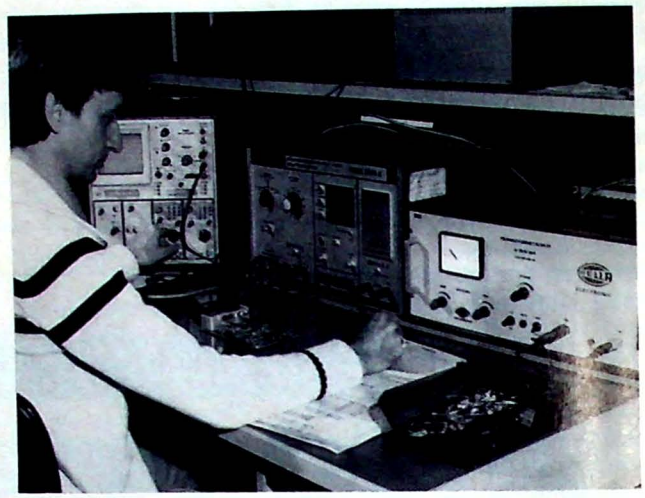


Bild 8. ▶
Meßplatz zur Beurteilung der Störfestigkeit elektronischer Baugruppen

Wasch-Steuergeräte (z. B. Wischer-Intervall-Schalter u. a.).

Eine Folge dieser Tatsache ist, daß solche Geräte wesentlich später, als es von den sonstigen technischen Möglichkeiten gegeben war, auf integrierte Schaltungen umgestellt wurden.

Als Beispiel für den Einfluß der EMV-Probleme auf eine Geräteschaltung wird hier die Schaltung eines Anhänger-Blinkgebers mit IS aufgeführt (Bild 9).

Die integrierte Schaltung enthält den Impulsgeber zur Ansteuerung des Relais sowie die Meß- und Auswerteschaltungen zur Überwachung des Lampenstromes von zwei oder drei Blinklampen.

Im Schaltbild sind die Bauteile zur Entstörung gestrichelt dargestellt. Man sieht deutlich den hohen externen Aufwand an passiven Bauteilen zum Schutz gegen Störungen, obwohl in der IS bereits Schutzdioden (Z-Dioden), z. B. zum Schutz des Relaisausgangs, integriert sind.

EMV-Normung

Die große Bedeutung der EMV (engl. EMC) für elektronische Systeme im Kraftfahrzeug wurde in allen Ländern mit hoher Kfz-Produktion erkannt.

In der Bundesrepublik befaßt sich der VDE-Arbeitskreis 763.2.1 seit 1972 mit dem Thema EMV im Kraftfahrzeug. Dieser Arbeitskreis wurde von der deutschen Kraftfahrzeug- und Kraftfahrzeugteile-Industrie gegründet mit dem Ziel, einheitliche Meßverfahren und Grenzwerte der EMV in Kraftfahrzeugen zu schaffen.

Auch in den USA, Großbritannien, Frankreich und Italien wird national an der Normung zum Thema EMV gearbeitet.

Um einen international gültigen Rahmen für EMV-Vorschriften zu schaffen, befaßt sich die ISO im TC 22 SC 3/WG 3 mit diesem Thema.

Auf militärischem Gebiet sind die Normungen z. T. schon wesentlich älter und umfangreicher. Ein Beispiel hierfür sind die in den meisten westlichen Ländern angewendeten MIL-Standards.

Funkentstörung

Die Funkentstörung ist ein Sonderfall elektromagnetischer Verträglichkeit. Um die Funktion von Rundfunkgeräten und Funkanlagen innerhalb des Kraftfahrzeuges, aber auch im Umfeld, sicherzustellen, wurden bereits frühzeitig spezielle Normen über die Aussendung von Funkstörungen geschaffen. Bei der Funkentstörung eines Kraftfahrzeuges unterscheidet man:

a Fernentstörung

Unter diesem Begriff wird der Einfluß eines Kraftfahrzeuges oder seiner Teile auf Funkanlagen in der Umgebung zusammengefaßt. Beurteilt wird die Störfeldstärke in einer bestimmten Entfernung. Nach diesem Verfahren wird in erster Linie das gesamte Fahrzeug bewertet, da die Hochspannungszündanlage für Ottomotoren in der Regel die größte Störquelle darstellt.

b Nahentstörung

Hier handelt es sich um Einflüsse auf Funkanlagen innerhalb des Kraftfahrzeuges. Es wird, wie bei EMV-Messungen, die Störspannung an der Netznachbildung gemessen. Meßmittel ist allerdings ein schmalbandiger Meßempfänger anstelle des Oszilloskops. Diesen Messungen unterliegen alle elektrischen Kraftfahrzeugteile, die Funkstörungen hervorrufen (z. B. Elektromotoren, Relais, Blinkgeber oder Leistungselektronik).

Die deutschen zivilen Vorschriften sind in der VDE 0879 zusammengefaßt. Im militärischen Bereich sind die Funkentstörbestimmungen ein Teil der EMV-Vorschriften.

Klimatische Umwelt

Die klimatischen Bedingungen im Kraftfahrzeug unterscheiden sich beträchtlich von den Bedingungen, unter denen normalerweise elektronische Geräte betrieben werden, wie z. B. in Labor- oder Wohngebäuden. Bei der Entwicklung von Geräten der Kraftfahrzeug-Elektronik erfordert die Erfüllung der Klimabedingungen einen wesentlichen Anteil des gesamten Entwicklungsaufwandes.

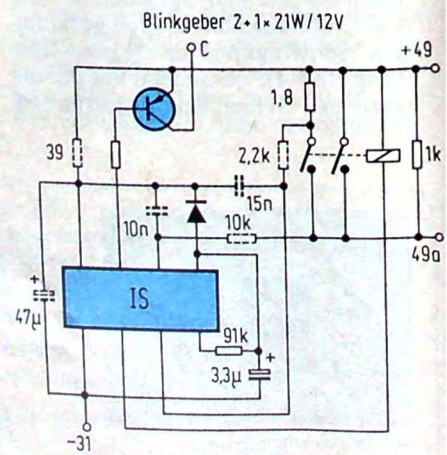


Bild 9. Schaltung eines Anhänger-Blinkgebers mit IS

Umgebungstemperatur

Die großen im Kraftfahrzeug vorkommenden Temperaturbereiche haben starken Einfluß auf die Auslegung von Schaltungen und die Wahl der zu verwendenden Bauteile. Aus diesem Grunde wird möglichst genau der für jedes Gerät und seine Funktion nötige Temperaturbereich ermittelt.

Dabei ist in der Regel die untere Temperaturgrenze, die meist im Bereich von −20...−40 °C liegt, von der Gerätefunktion bestimmt. So sind z. B. Zubehörteile des Antriebsmotors oder Geräte zur Steuerung des Heizungssystems mindestens bis −40 °C ausgelegt, während Reinigungssteuergeräte für die Windschutzscheibe oder Scheinwerfer höchstens bis −20 °C die Daten erfüllen müssen.

Die obere Temperaturgrenze wird, außer von der Funktion des Gerätes, in sehr hohem Maße vom Einbauort bestimmt. Im Motorraum eines Kraftfahrzeuges tritt unter bestimmten Bedingungen (z. B. Abstellen des Fahrzeuges nach starker Motorbelastung) ein hoher Wärmestau auf. Für Geräte, die im Motorraum eingesetzt werden, sind deshalb höhere Temperaturen zu fordern als z. B. bei Einbauten in Fußhöhe des Fahrgastraumes. In der Praxis liegt die geforderte obere Temperaturgrenze zwischen +60 °C und +110 °C.

Zu diesen Werten addiert sich für die Auslegung der Schaltung die Eigenerwärmung des Gerätes, so daß Temperaturdifferenzen bis zu 180 °C auftreten können.

Feuchtigkeit

Alle Geräte für das Kraftfahrzeug werden spritzwassergeschützt ausgelegt. Geräte, die außerhalb des Fahrgastraumes angeordnet sind, müssen noch besser vor Feuchtigkeit geschützt werden. Konstruktiv wird der Schutz durch Abdichten der Gehäuse, Lackieren von Leiterplatten mit Schutzlack oder Vergießen der Schaltung mit Kunstharz erreicht. Bei der Dimensionierung der Schaltung wird durch niederohmige Schaltungsauslegung, besonders bei den Eingängen, die Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit gering gehalten.

Mechanische Beanspruchung

Die im Kraftfahrzeug auftretende hohe Schüttel- und Stoßbelastung erfordert besonders bei der Gehäuse- und Leiterplattenkonstruktion Beachtung. Bei allen größeren Herstellern der Kraftfahrzeug-Elektronik werden Geräte und Teilgruppen umfangreichen Schüttelprüfungen auf speziellen Prüfständen unterzogen. *Bild 10* zeigt einen elektronisch gesteuerten Schüttelprüfstand, der zur Prüfung von Kraftfahrzeug-Elektronik eingesetzt wird. Auf solchen Anlagen können automatisch vollständige Prüfprogramme mit gleichzeitiger Variation der Frequenz und der Amplitude gefahren werden. ■

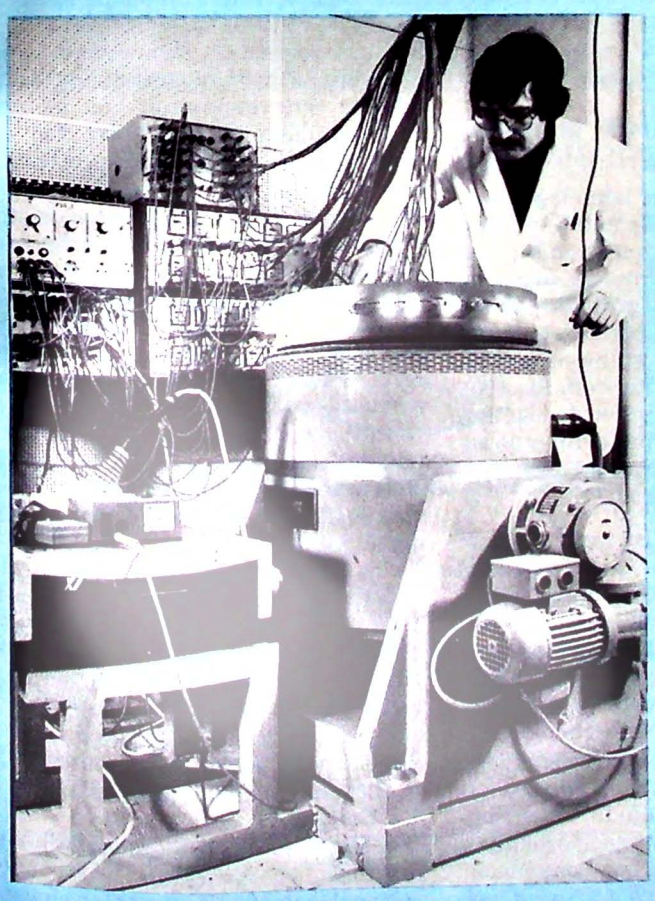


Bild 10. Elektronisch gesteuerter Schüttelprüfstand zur Prüfung von elektronischen Baugruppen

Bessere Zündfunken

Die klassische Batteriezündspule ist ein Kompromiß zwischen größtmöglichen Energiespeicherungsvermögen aus der Batterie innerhalb einer begrenzten, kurzen Zeitspanne einerseits und gerade noch vertretbarer, schädlicher Streuinduktivität und Eigenkapazität andererseits. Auch die besten Konstruktionen können die gegebenen Grenzmöglichkeiten nicht wegzaubern. Häufig ist die mit einer Spulenzündung (auch alle Transistorzündungen zählen dazu) erreichbare Zündfunkenenergie unzureichend.

Es gibt einen einfachen Weg, diesen Engpaß zu überwinden: das induktive Speichern der Energie und das Hochtransformieren der Spannung in zwei verschiedenen Bauteilen. Dann kann jedes Element optimal für den vorgesehenen Zweck ausgelegt werden, und die Begrenzung der Energie entfällt. Bei jeder bereits vorhandenen Zündspule kann die Zündfunkenenergie durch Zuschalten eines zusätzlichen Energiespeichers erhöht werden.

Als ein Fortschritt in dieser Richtung ist die als Fertigbauteil erhältliche Spule LZ25A8 von A. Anger, Baienfurt, zu werten. Sie kann als Hauptenergiespeicher für hochwertige, streuinduktivitätsarme Zündtransformatoren und als Hilfsspeicher für konventionelle Zündspulen verwendet werden. Bei einfachem Anschluß dieser Spule an eine serienmäßige Batteriezündspule mit mittelguten Eigenschaften steigt die erzeugte Leerlaufhochspannung auf das ungefähr eineinhalbfache und der Funkenstrom auf gut doppelte Höhe.

Allerdings ist es nicht ratsam, einem direkt den Zündspulenstrom unterbrechenden mechanischen Kontakt solche zusätzliche Belastung zuzumuten. Ein Transistorschaltgerät ist unerläßliche Voraussetzung. Am besten ist ein Gerät mit einer konstanten, geberunabhängigen Unterbrechungszeit in der Größenordnung von 0,5 ms.

P. H.

Literatur

Verbesserte Automobil-Zündanlagen, ELEKTRONIK 1975, Heft 3.

Die Halbleitertechnik hat grundsätzlich die Möglichkeiten für den Einsatz der Elektronik im Kraftfahrzeug geschaffen. Da sich hier die Anforderungen an die Funktion und Zuverlässigkeit sowie die Umweltbedingungen stark von den Anwendungen in den großen Bereichen der Computer- und Unterhaltungselektronik unterscheiden, mußte eine spezielle Kraftfahrzeugelektronik entwickelt werden.

Von der Mechanik zur Elektronik

Die Robert Bosch GmbH hat sich schon in den fünfziger Jahren der Halbleiterelektronik zugewandt, um, gestützt auf reiche Erfahrungen in der Kraftfahrzeugtechnik, die Funktion des Kraftfahrzeugs mit Hilfe der Elektronik zu verbessern. Inzwischen entwickelt und fertigt man einen großen Teil des Eigenbedarfs an Gleichrichterdioden, Leistungstransistoren und integrierten Schaltungen selbst.

Gleichrichterdioden werden zum Gleichrichten des Wechselstroms bei Drehstromgeneratoren benötigt. Strombelastungen bis 90 A müssen bei Temperaturen weit über 100 °C verkraftet werden können. Bei einer Diode, die diesen Anforderungen gerecht wird, ist das Halbleitermaterial – ein Siliziumkristall – zwischen zwei Kupferteilen gelötet und zum Schutz mit Epoxidharz umspritzt. Der Kupferteller wird mit seiner Rändelung in ein Kühlblech eingepreßt. Dieses Verfahren bietet gleichzeitig gute elektrische und thermische Kontakte sowie eine große mechanische Stabilität.

Ströme millionenfach schalten

Leistungstransistoren setzt man überall dort ein, wo große Ströme millionenfach geschaltet werden müssen. Dies ist beispielsweise im Spannungsregler für den Drehstromgenerator, bei der Zündung und bei der elektronisch gesteuerten Benzineinspritzung der Fall. Um eine hohe Stromverstärkung zu erhalten, werden auf einem Siliziumplättchen zwei Transistoren hintereinander geschaltet. Die Transistoren müssen Ströme von 10 A schalten können und eine Spannungsfestigkeit von mindestens 400 V haben. Je nach Wahl der Geometrie und der Herstellungsverfahren lassen sich Transistoren in dieser Form bis zu Strömen von 30 A und Spannungen über 1000 V herstellen (*Bild 1*).

Unter integrierten Schaltungen versteht man Bauelemente mit vielen Komponenten wie Transistoren, Dioden, Widerstände und Kondensatoren. Befinden sich alle Komponenten auf einem Halbleiterkristall, so spricht man von einer monolithisch integrierten Schaltung. So können beispielsweise auf einer Fläche von 4 mm² rund 120 Bauelemente vereinigt sein. Eine solche IS dient der analogen Signalverarbeitung bei der L-Jetronic, einer Weiterentwicklung der D-Jetronic.

Die erste elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung (D-Jetronic)

In der Mitte der 50er Jahre legte Bendix in den USA Patente und Veröffentlichungen über eine elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung vor. Die Robert Bosch GmbH griff diesen Gedanken auf. 1958 lief bereits ein erstes Fahrzeug mit diesem völlig neuen Zumeßsystem für den Kraftstoff. Bis 1960 war das Grundprinzip der Anlage fertig, das der Ausgangspunkt für eine außerordentliche Verbreitung der Benzineinspritzung werden sollte.

Das Grundprinzip ist recht einfach: Die Elektronik eignet sich besonders dazu, kurze Zeiten sehr genau zu steuern. Deshalb wird ein Magnetventil mit dieser Zeitsteuerung so lange geöffnet, bis eine bestimmte, genau zugemessene Kraftstoffmenge herausfließt. Die erste Voraussetzung war also, Magnetventile zu schaffen, die möglichst trägheitsfrei dem elektrischen Impuls folgen, dabei die Kraftstoffdosierung in einer kalibrierten Zumeßöffnung vornehmen und die Druckenergie dazu ausnützen, den Kraftstoff möglichst fein zu zerstäuben.

Impulszeit: einige Millisekunden

Zum definierten Durchfluß durch das Ventil gehört ein präzis konstant gehaltener Druck, den eine Rollenzellenpumpe erzeugt. Die Druckkonstanthaltung erfolgt durch einen Druckregler, der wegen seiner relativ großen Membranfläche den Druck sehr genau auf zwei bar regelt, unabhängig davon, ob die Ventile geschlossen sind oder spritzen.

Die Magnetventile brauchen außerdem ihre elektronische Zeitsteuerung. Im elektronischen Steuergerät wird dazu durch einen monostabilen Multivibrator eine Impulszeit von einigen Millisekunden entsprechend der gewünschten Kraftstoffzumessung festgelegt, während der sich die Magnetventile öffnen. Die Auslösung der elektrischen Impulszeitbildung erfolgt pro Arbeitsspiel durch einen Kontakt im Zündverteiler. Dies ist – im Gegensatz zu den mechanischen Einspritzpumpen – der einzige Antrieb, den das System braucht. Die Vermeidung eines mechanischen Antriebs ist für den Anbau (dieses Einspritzsystems) an einen vorhandenen Motor ein großer Vorteil. Dies war unter anderem ein wesentlicher Faktor für die rasche Verbreitung der D-Jetronic.

Die günstige Einbaumöglichkeit veranlaßte das Volkswagenwerk im Jahre 1967, der D-Jetronic gegenüber früheren mechanischen Lösungen den Vorzug zu geben. Sie brachte die seit langem bekannten Vorteile der Einspritzung – Leistungssteigerung, bessere Abgaswerte, Verbrauchsminderung – in einer leicht adaptierbaren Weise voll zur Geltung.

Bei der L-Jetronic stimmen Kraftstoffführung und -zumessung weitgehend mit der D-Jetronic überein. Dasselbe gilt für die Druckregler, Temperaturfühler

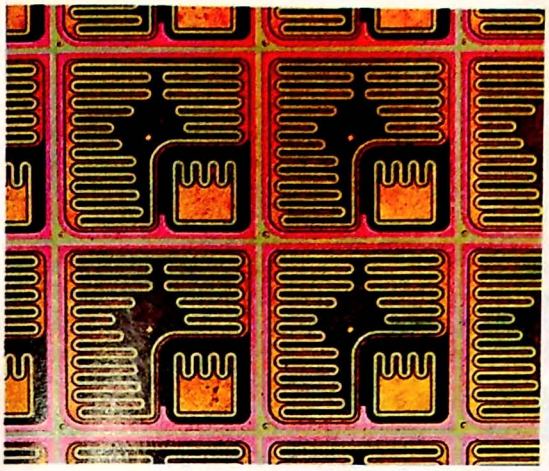


Bild 1. Planartransistoren nach der Diffusion auf einer Siliziumscheibe

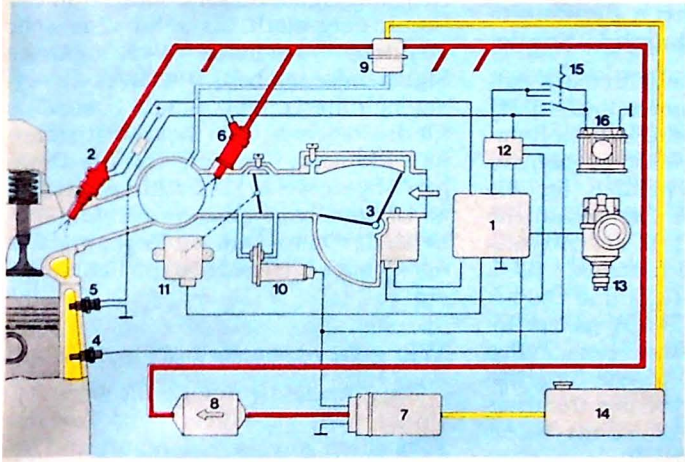


Bild 2. Prinzip der elektronischen Einspritzung L-Jetronic. 1 = Elektronisches Steuergerät, 2 = Einspritzventil, 3 = Luftmengenmesser, 4 = Temperaturfühler, 5 = Thermozeitschalter, 6 = Elektrostartventil, 7 = Elektrokraftstoffpumpe, 8 = Kraftstoffilter, 9 = Kraftstoffdruckregler, 10 = Zusatzluftschieber, 11 = Drosselklappenschalter, 12 = Relaiskombination, 13 = Zündverteiler, 14 = Kraftstoffbehälter, 15 = Startschalter, 16 = Batterie

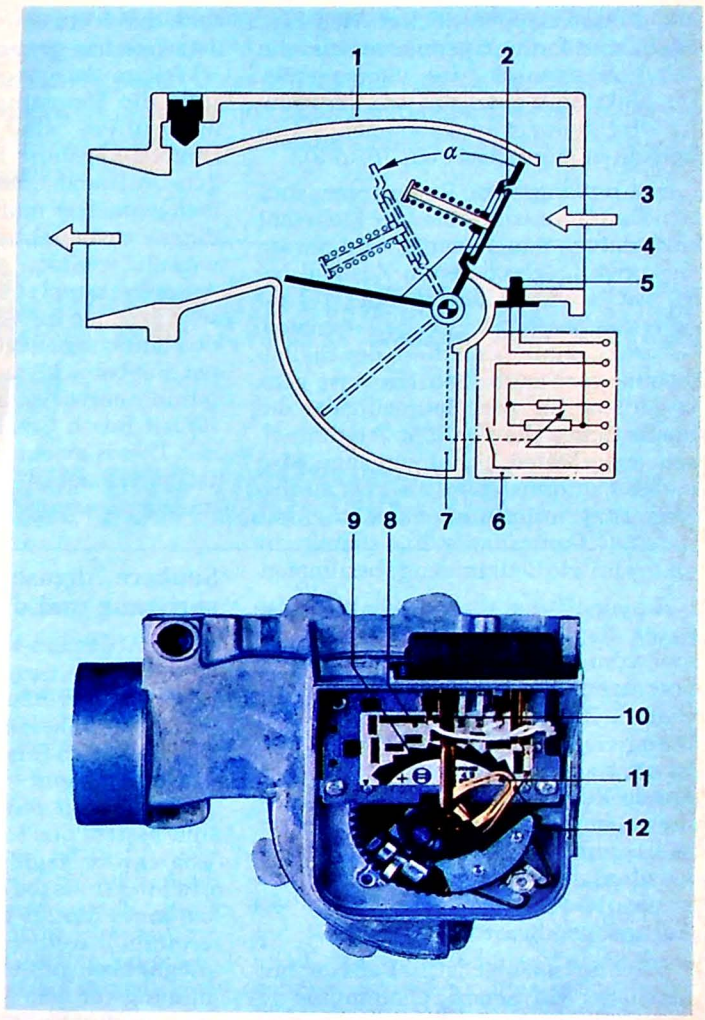


Bild 3. Der Luftmengenmesser der L-Jetronic. 1 = Bypass, 2 = Stauklappe, 3 = Rückschlagventil, 4 = Kompensationsklappe, 5 = Temperaturfühler, 6 = Potentiometerschaltung, 7 = Dämpfungsvolumen, 8 = Keramikplatte, 9 = Schleiferbahn, 10 = Schleiferabgriff, 11 = Schleifer, 12 = Sicherheitsschalter

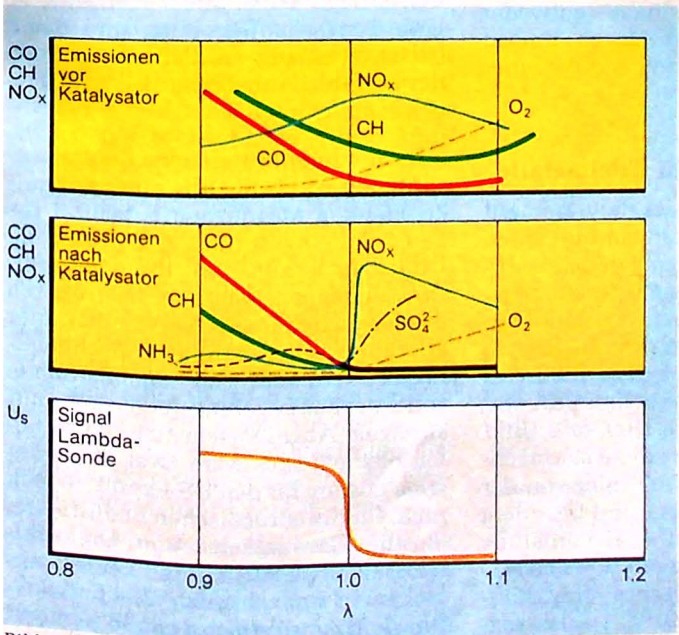


Bild 4. Wirkungsweise der katalytischen Nachbehandlung von Abgasen

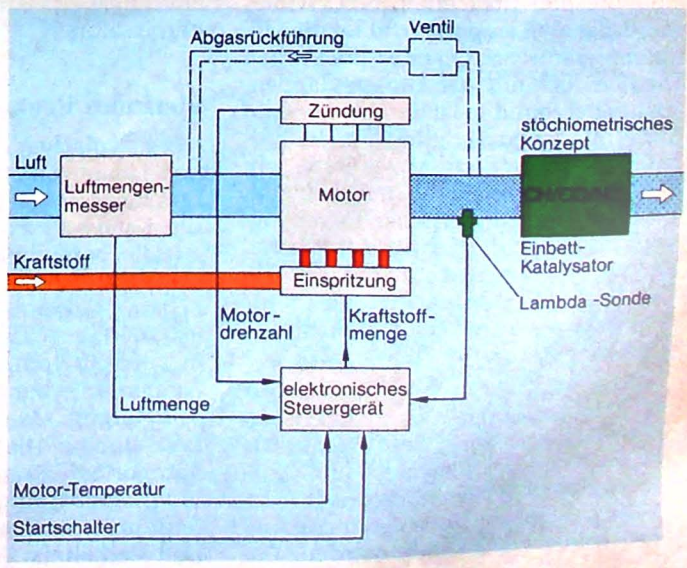


Bild 5. Prinzip der Abgasreinigung

und Drosselklappenschalter. Neu hingegen sind Luftmengenmesser und die Schaltungstechnik des Steuergeräts. Die Elektronik nützt die von der Halbleitertechnologie angebotenen Möglichkeiten konsequent aus (*Bild 2*).

Drei umfangreiche Baugruppen sind zu IS zusammengefaßt. Die Mehrzahl aller aktiven Bauelemente wird nur im ein- oder ausgeschalteten Zustand betrieben, wobei Alterung oder Umgebungstemperatur keine Rolle spielen. Natürlich eignet sich diese der Digitaltechnik verwandte Betriebsweise ganz besonders für die Hauptaufgabe des Steuergeräts: die von den Zündimpulsen ausgelösten Schaltvorgänge über einige Umformstationen direkt zu den Einspritzventilen durchzuleiten, wo sie deren Öffnungsdauer und damit die eingespritzte Benzinmenge bestimmen.

Auf dem Weg dieser Schaltimpulse durch das Steuergerät werden zunächst die vom Unterbrecherkontakt abgenommenen Spannungsspitzen in exakte Rechteckimpulse umgeformt. Deren zeitlicher Abstand voneinander ist um so kürzer, je schneller der Motor dreht. Die scharf ausgebildeten Flanken dieser Impulse schalten nun abwechselnd den Auf- und Entladestrom eines Kondensators, während der Aufladestrom von der Winkelstellung des Luftmengenmessers bestimmt ist.

Wichtig ist zunächst, daß aus der Entladedauer ein neuer Schaltimpuls gewonnen wird, dessen Dauer nur von der Zeit zwischen zwei Zündimpulsen und vom Verhältnis Aufladestrom zu Entladestrom abhängt. Mit diesen Schaltimpulsen wird in einer zweiten Stufe ein ähnlicher Auf- und Entladevorgang durchgeführt. Während der Impulsdauer wird aufgeladen. Den Aufladestrom beeinflußt der Motorzustand: zum Beispiel über einen NTC-Widerstand, der als Temperaturfühler die Motortemperatur erfaßt, oder über einen Schalter, der mit der Drosselklappenstellung verbunden ist und bei Leerlauf und Vollast Kontakt gibt. Aus der Entladezeit wird dann wiederum ein Schaltimpuls gewonnen, der dem erstbeschriebenen unmittelbar angehängt wird und der nun wichtige Informationen wie Motortemperatur u. ä. enthält. Der Gesamtimpuls gelangt über eine Verstärkerstufe direkt zu den Einspritzventilen.

Diese Schaltungstechnik bietet neben der Präzision und der für sie typischen Zuverlässigkeit auch volle Flexibilität in der Wahl der Eingangs- und Ausgangsgrößen. Weitere Eingangsgrößen, zum Beispiel die Ansauglufttemperatur, können eingebracht werden. Der Verlauf der Temperaturkompensation kann durch ein einfaches Widerstandsnetzwerk frei gewählt werden.

Weitere Ausgangssignale, zum Beispiel die Steuerung eines Abgasrückführventiles, sind vorgesehen. Die Lambda-Regelung läßt sich ohne großen Aufwand integrieren. Der Luftmengenmesser mußte als ein selbständiges, austauschbares Aggregat entwickelt werden, dessen elektrisches Ausgangssignal in einer normierten, sehr genauen Zuordnung zur gemessenen Luftmenge liegt, und das im gesamten Meßbereich von 1 : 30. Neben der L-Jetronic entwickelten die Techniker der Robert Bosch GmbH auch die K-Jetronic. Dieses mechanische System arbeitet auch nach dem Prinzip der Luftmengenmessung (*Bild 3*).

Saubere Abgase durch Benzineinspritzung und die Lambda-Sonde

Das Abgas eines Kraftfahrzeugs enthält neben einem hohen Prozentsatz unschädlicher Bestandteile auch Komponenten, die zumindest in höherer Konzentration als schädlich für die Umwelt erkannt sind. Der schädliche Anteil beträgt etwa 1 % des Abgases und besteht aus Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (CH) und Oxiden des Stickstoffs (NO_x). Das Abgasverhalten eines Motors kann an drei Stellen beeinflußt werden. Die erste Eingriffsmöglichkeit besteht bei der Gemischbildung vor dem Motor, die zweite bei den Maßnahmen (z. B. optimierte Brennkammer) im Motor und die dritte bei der Abgasnachbehandlung an der Auslaßseite des Motors. Auf der Abgasseite des Motors geht es im wesentlichen darum, den noch nicht vollständig verbrannten Kraftstoff völlig zu verbrennen. Dies geschieht entweder durch Lufteinblasung, durch Einbau eines Reaktors oder Verwendung eines Katalysators.

Bleifreies Benzin für Edelmetalle

Ein typischer Abgaskatalysator hat eine Länge von etwa 35 cm und einen Durchmesser von 12 cm. Bei den heutigen Katalysatoren benötigt man Edelmetalle, besonders Platin. Deshalb dürfen Katalysatoren nur mit bleifreiem Benzin verwendet werden. Bleifreies Benzin steht bisher nur in den USA und in Japan zur Verfügung. Die Grafik (*Bild 4*) oben zeigt zunächst die Abgasnachbehandlung. Man spricht hier von der Rohemission. Die Werte sind über dem normierten Kraftstoff-Luft-Verhältnis in λ (Lambda) aufgetragen. $\lambda = 1$ bedeutet ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luft-Verhältnis. Bei $\lambda < 1$, also beispielsweise 0,9, liegt ein fetter Betrieb des Motors und bei $\lambda > 1$, also beispielsweise 1,1, ein magerer Betrieb des Motors vor. In der Mitte der oberen Grafik sind die gleichen Emissionen über λ nach der Nachbehandlung in einem sogenannten Einwegkatalysator dargestellt. Man sieht nun hier sehr deutlich, daß sämtliche Emissionen einen minimalen Wert genau bei $\lambda = 1$ annehmen. Mit einem üblichen Gemischbildner wie Vergaser oder Einspritzung läßt sich dieser Wert nicht exakt genug einstellen und im Betrieb beibehalten. Ein Regelsignal muß den Gemischbildner immer wieder genau auf diesen Wert einregulieren (*Bild 5*). Diese Einstellung erfordert ein Signal von einem Sensor. Die Robert Bosch GmbH entwickelte diesen als Lambda-Sonde bezeichneten Sensor. Das elektrische Ausgangssignal dieser Sonde ist in der Grafik dargestellt. Es zeigt eine sehr deutliche, beinahe sprungartige Signaländerung bei $\lambda = 1$. Deshalb eignet sich die Lambda-Sonde besonders für die Regelung auf stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Gemisch. Um die strengen Abgasgesetze Kaliforniens erfüllen zu können, bauen mehrere Automobilhersteller eine Lambda-Regelung mit der K- oder L-Jetronic in die Fahrzeuge ein.

Wie geht es weiter?

Die Einzeleinspritzung für jeden Zylinder wird gegenüber dem Vergaser stets einen gewissen Mehraufwand bedeuten. Um diesen zu verringern, werden sogenannte Zentraleinspritzungen entwickelt, bei denen nur an einer Stelle in das Saugrohr eingespritzt wird, wobei aber die Steuerung der zugemessenen Menge mit Einspritzmitteln erfolgt. Dabei strebt man eine so gute Gemischaufbereitung und damit Gleichverteilung an, daß die Vorteile der besseren Anpassung voll zum Tragen kommen.

Bei der intermittierenden Zentraleinspritzung wird mit Hilfe eines gut aufbereitenden Magnetventils zentral ins Saugrohr eingespritzt. Als Steuerung wollte man zunächst die Drehzahl-Drosselklappensteuerung der früheren mechanischen Regler verwenden, hier allerdings mit elektronisch nachgebildetem Kennfeld. Die Lambda-Sonde sollte der Feinregelung der Systeme mit strengen Abgasvorschriften vorbehalten bleiben. Dies wäre zwar eine günstige Lösung für den US-Export, jedoch nicht für die europäischen Bedürfnisse, da die Genauigkeit einer Drehzahl-Drosselklappensteuerung heute einfach nicht mehr ausreicht. Die Entwicklung konzentriert sich deshalb verstärkt auf elektronische Luftmengenmesser.

Neue Halbleitertechnologien haben es möglich gemacht, große komplexe Gesamtsysteme, bestehend aus mechanischen und aus elektronischen Komponenten, technisch und wirtschaftlich zu realisieren. Dadurch hat sich zwangsläufig ergeben, daß die Phase zu Ende gegangen ist, in der hier und da für den Betrieb des Fahrzeuges nebensächliche elektronische Geräte eingesetzt und mechanische Funktionen nur durch Elektronik ersetzt werden.

Dr. Karsten Ehlers

Entwicklung der Elektronik im Auto, dargestellt am Beispiel von Volkswagen

1. Teil

Eine parallele Entwicklung in den USA und Japan ist direkt aus einem Vergleich von Volkswagen mit seinen Konkurrenten in USA und Japan abzulesen. Der Verzicht auf die Entwicklungshoheit in der Fahrzeugelektronik würde den Automobilhersteller entscheidend in der Konkurrenzfähigkeit auf dem internationalen Markt benachteiligen.

Unter der Voraussetzung, daß sich die Kosten für Halbleiter weiter nach unten entwickeln, werden die Fahrzeuge in den Jahren 1982 bis 1985 mit einem Fahrer-Informationszentrum, einem Motor-Elektronikzentrum und gegebenenfalls einem Fahrzeug-Elektronikzentrum ausgerüstet sein.

Gegenüber den Zulieferern ist es erforderlich, das bisherige Verhalten in der Abwicklung von Entwicklungsaufgaben grundlegend zu ändern. Die zukünftige gemeinsame Basis kann nur in partnerschaftlicher Zusammenarbeit liegen. Ebenso muß die Halbleiterindustrie ihr Verhalten auf die fahrzeugspezifischen Gegebenheiten eines Automobilherstellers ausrichten.

Was ist geschehen, daß wir gerade zu diesem Zeitpunkt so intensiv über die Elektronik im Kraftfahrzeug nachdenken? Der Transistor wurde 1948 erfunden. Zehn Jahre später wurden Halbleiter in großen Mengen in Radio- und Fernsehgeräten eingesetzt. Etwa weitere zehn Jahre später drang die Halbleitertechnik auch in das Automobil vor: VW ging 1966 mit dem elektronischen Warnblinkgeber und 1967 mit der elektronischen Einspritzung in Serie.

Noch einmal also die Frage: Was ist geschehen, daß wir uns jetzt so intensiv mit der Elektronik befassen? In den letzten fünf Jahren hat die Entwicklung der Halbleitertechnologie die Zusammenfassung von bis zu 1000 Halbleiter-Bauelementen pro mm² auf einem Chip ermöglicht.

Große, komplexe Gesamtsysteme, die im engen Verbund aus mechanischen und aus elektronischen Komponenten aufgebaut sind, können jetzt wirtschaftlich realisiert werden. Eine Entwicklung der einen Komponente ohne Kenntnis der anderen ist nicht mehr möglich. Der Fahrzeugentwickler muß daher in Zukunft zwangsläufig auch das Gesamtsystem planen, wenn ihm nicht der Einfluß auf die Entwicklungstrends und die für das Fahrzeug notwendige Entwicklungstiefe entgleiten sollen.

Welche elektronischen Geräte wurden entwickelt und sind heute in Serie...

Bild 1 gibt einen Überblick über die Fahrzeugelektronik, die bisher entwikkelt wurde und z .Z. in Serie läuft. Im wesentlichen ersetzen diese heute im Fahrzeug eingesetzten elektronischen Geräte bisher mechanisch aufgebaute Funktionen, wie z. B. Zeituhr, Bimetallblinkgeber, Quarzstabheizungsregler, Kontaktgeneratorregler, Unterbrecherkontakt im Zündverteiler, Drehzahlmesser und anderes mehr. Hinzu kommen noch verschiedene elektronische Geräte für Sicherheit und Komfort-

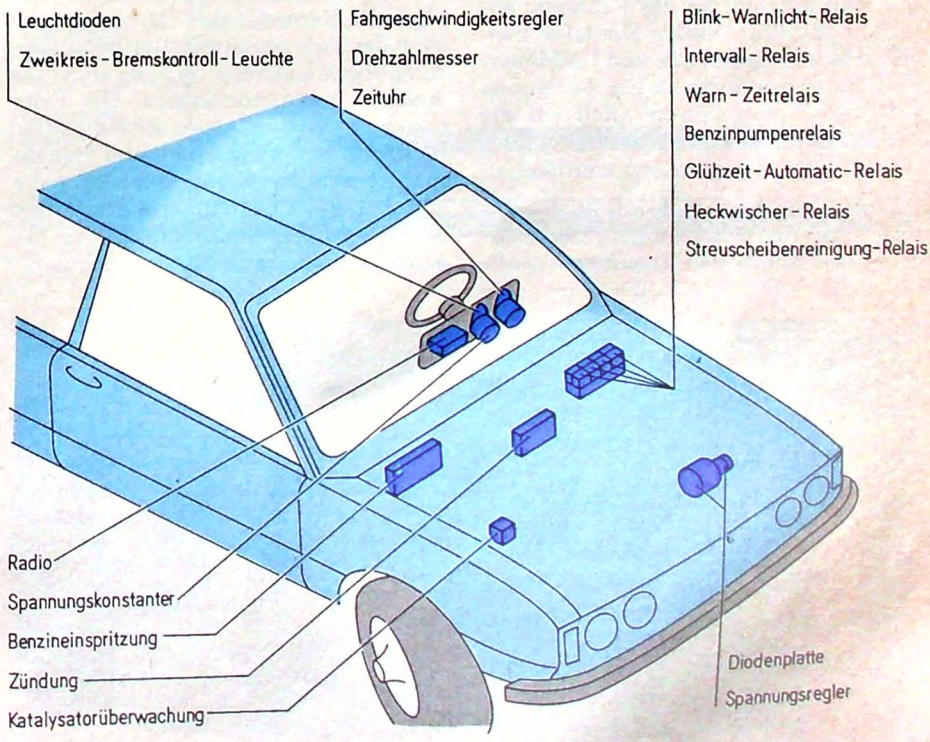


Bild 1. Elektronische Baugruppen im Kraftfahrzeug

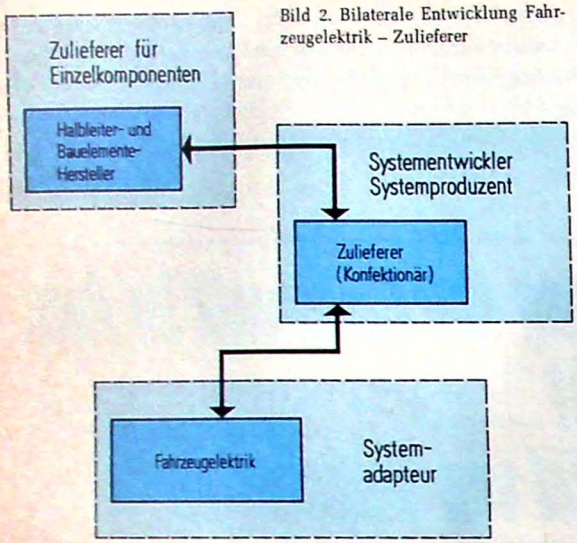


Bild 2. Bilaterale Entwicklung Fahrzeugelektrik – Zulieferer

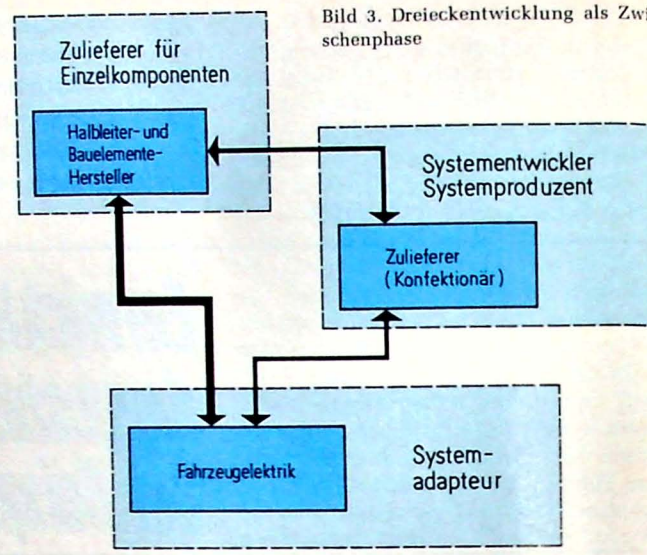


Bild 3. Dreieckentwicklung als Zwischenphase

aufgaben, wie Katalysatorüberwachung, Drehzahlüberwachung, Benzinpumpenabschaltung, Gurtlogik, Warnzeitrelais, Streuscheibenreinigungsrelais und Dieselgühzeitrelais. Alle diese Funktionen konnten je für sich entwickelt werden, weil sie nur geringe, durch wenige Angaben zu beschreibende Beziehungen zum Gesamtsystem Fahrzeug hatten.

... und wie wurde entwickelt, wie muß entwickelt werden?

Bis in die nahe Vergangenheit wurden elektronische Geräte zwischen der Fahrzeugelektrik des Automobilherstellers als Systemadapteur und dem Zulieferer als Systementwickler und Systemproduzent an das Fahrzeug angepaßt (*Bild 2*). Direkte Kontakte zwischen Fahrzeugelektrik und Halbleiter- und Bauelementehersteller bestanden nur lose. Somit konnte auch auf die Auswahl dieser Unterlieferanten nur wenig Einfluß genommen werden.

Durch die größere Komplexität der elektronischen Schaltungen, insbesondere aber durch das Zusammenwachsen mechanischer und elektronischer Teilsysteme zu einem Gesamtsystem wird der direkte Informationsfluß zwischen dem Fahrzeughersteller und dem Halbleiter- und Bauelementehersteller erforderlich (*Bild 3*).

Fragen nach der Zuverlässigkeit, nach den Kosten und der zeitlichen Realisierung erzwingen einfach die direkte Kommunikation mit dem Halbleiter- und Bauelementehersteller (*Bild 4*).

Die wachsende Vermaschung von Elektronik und Mechanik im Fahrzeug wirft die Frage auf, wer in Zukunft das elektronische Teilsystem unter Beachtung der Gegebenheiten des Gesamtsystems Fahrzeug entwickelt: Wird es der Halbleiter- und Bauelementehersteller ohne die Kenntnis des Fahrzeugs oder aber der Fahrzeughersteller mit Erfahrung über Elektronik im Auto sein? Die Antwort kann nur lauten: Der Fahrzeughersteller in enger Zusammenarbeit mit dem Halbleiter- und Bauelementehersteller. Denn nur der Fahrzeughersteller kann die technische und wirtschaftliche Optimierung des Gesamtsystems „Fahrzeug" vornehmen.

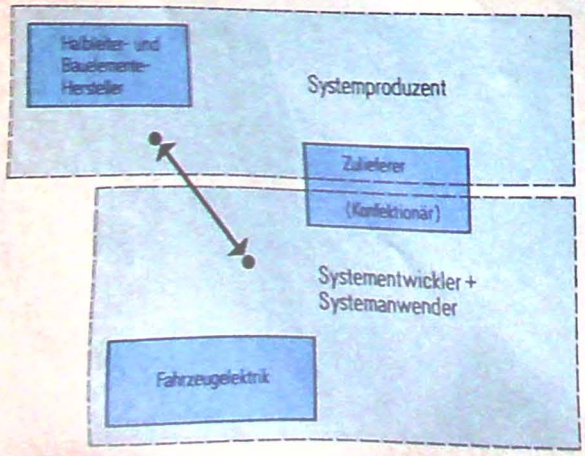


Bild 4. Bilaterale Entwicklung Fahrzeugelektrik – Halbleiter- und Bauelementehersteller

Die Situation der Automobilindustrie

Bei keinem europäischen Automobilhersteller wurden nennenswerte Eigenentwicklungen auf dem Gebiet der Fahrzeugelektrik-/elektronik betrieben: Elektronische Systeme, die der Zulieferer entwickelte, wurden an das Fahrzeug adaptiert. Generell hat die Entwicklung elektronischer Systeme bei der Zulieferindustrie zur Nivellierung des Ausrüstungsstandes der Automobile innerhalb Europas geführt.

Der amerikanische Automobilhersteller ist Systementwickler, Systemanwender und teilweise auch Systemproduzent. Damit stellt er sicher, daß das jeweils entwickelte elektronische System technisch und wirtschaftlich für ihn optimal ist.

Die Konstellation zwischen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie für die Fahrzeugelektrik-/elektronik in Japan ist vergleichbar mit der Konstellation in den Vereinigten Staaten.

Dort ist technischer Vorsprung gegenüber uns Europäern auf dem Gebiet der Fahrzeugelektronik wegen der vorhandenen Planung und Vorgabe von Konzepten durch den Automobilhersteller möglich.

Die japanische Automobilindustrie wird, da sie sehr stark auf den Export ihrer Fahrzeuge angewiesen ist, diese Chance nutzen. Sie wird sogar, um technischen Fortschritt zu dokumentieren, diesen Trend verstärken.

Ausrüstungsvergleich GM-Fahrzeuge mit VW-Fahrzeugen

In einer graphischen Darstellung ist die prozentuale elektronische Ausrüstung der VW-Fahrzeuge den Fahrzeugen des General-Motors-Konzerns gegenübergestellt, siehe *Bild 5* [1] [2]. Worin liegen nun die Unterschiede.

1. Die Wartungsfreiheit eines Fahrzeuges hat beim amerikanischen Autofahrer einen höheren Stellenwert als beim europäischen.
2. In USA hat die Elektronik im Gegensatz zu Europa auch bei den Automobilherstellern das Image der fortschrittlichen, der subtilen, hochentwickelten Technik.
3. Der Kunde kauft bereits entsprechend seinen sonstigen Komfortgewohnheiten Autos mit höherem Ausstattungsgrad.
4. Der vom Gesetzgeber eingeleitete Zwang zu kleineren Wagen bedeutet für den Automobilhersteller ein Ausweichen zur komfortablen Ausrüstung.
5. Wegen der US-amerikanischen Verbrauchsgesetzgebung sind die dortigen Fahrzeughersteller in zunehmenden Maße gezwungen, zur Optimierung des Gesamtsystems „Fahrzeug" elektronische Steuer- und Regelgeräte einzusetzen.

Die exportorientierte europäische Automobilindustrie wird aus Wettbewerbsgründen gezwungen sein, sich dem amerikanischen Ausrüstungsstand in der Fahrzeugelektronik anzupassen. Dies gilt für die Steigerung der aktiven und passiven Sicherheit, für die Steuerung und Regelung von Motoren, für die komfortablere Ausrüstung der Fahrzeuge bis hin zu elektronischen Spielereien.

Die elektronische Ausrüstung des Autos der nahen Zukunft

Die Elektronikzentren im Fahrzeug

Die breite Angebotspalette eines Automobilherstellers macht – wie jetzt schon in der Elektrik – auch bei einer Ausstattung mit Elektronik eine Grundausrüstung notwendig, die dann stufenweise angepaßt werden kann. Trotzdem erscheint die Zusammenfassung aller elektronischen Geräte zu einer einzigen Zentralelektronik aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht wahrscheinlich.

Ein *erster* Elektronikschwerpunkt wird sich um das Kombigerät herum bilden. Ein *zweiter* Elektronikschwerpunkt wird sich am Aggregat bilden. Die *dritte* Elektronikkonzentration im Auto ergibt sich aus Unterbringungsgründen. Die Steuereinheit z. B. für einen Antiblockierregler wird dort installiert, wo Raum und Umweltbedingungen eine optimale Konstruktion zulassen. Denkbar wäre für diesen speziellen Fall die Unterbringung im Kofferraum oder unter der Hintersitzbank im Fahrgastraum (*Bild 6*).

Wenn jetzt für das zukünftige Auto von zwei, vielleicht sogar drei separaten Elektronikzentren gesprochen wird, so ist trotzdem ein Kommunikationsfluß zwischen den einzelnen Zentren aus technischen und wirtschaftlichen Gründen notwendig. Wichtig ist, daß der Notbetrieb des Fahrzeuges sichergestellt wird. *(Schluß folgt)*

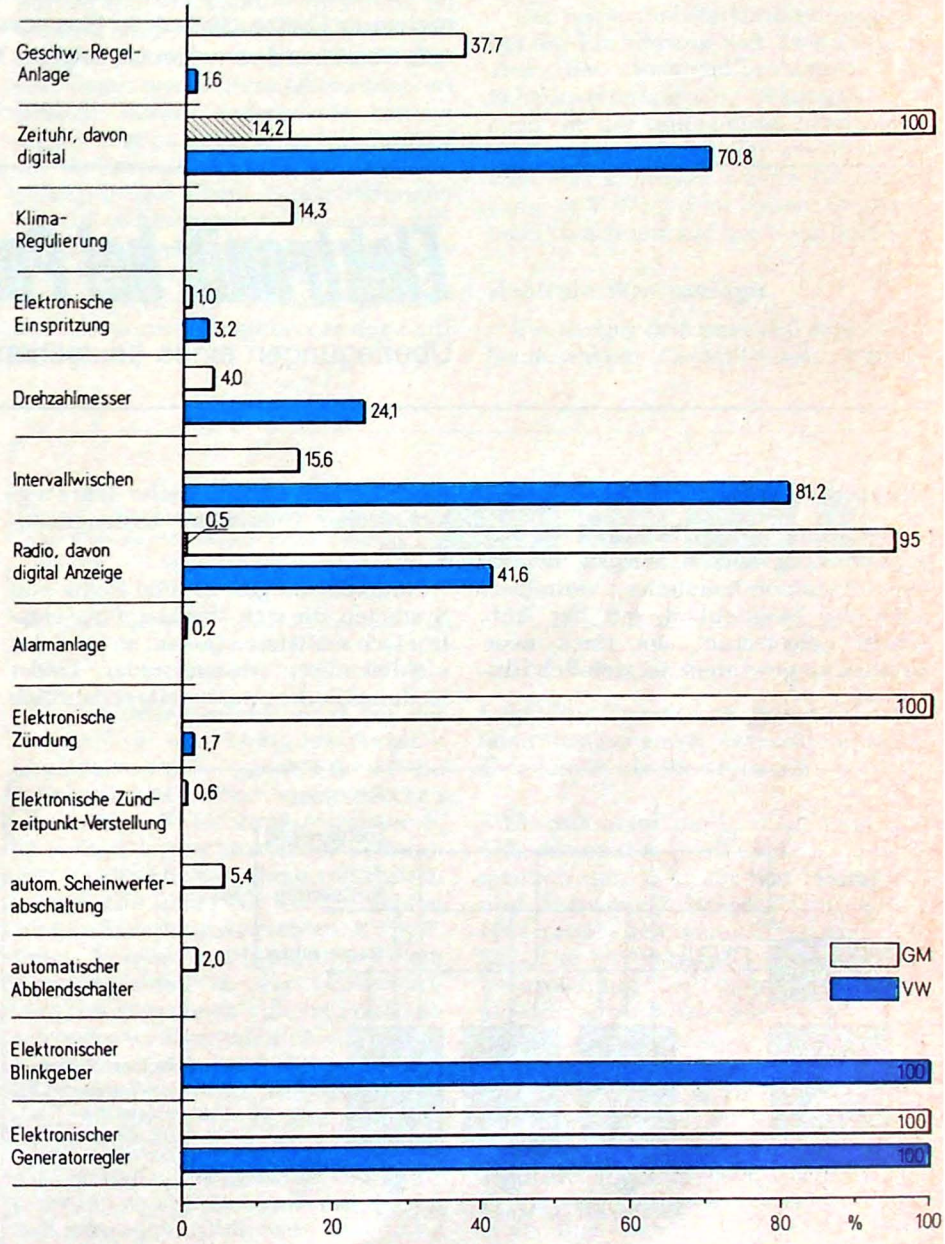


Bild 5. Vergleich der elektronischen Ausrüstung in General-Motors- und VW-Fahrzeugen

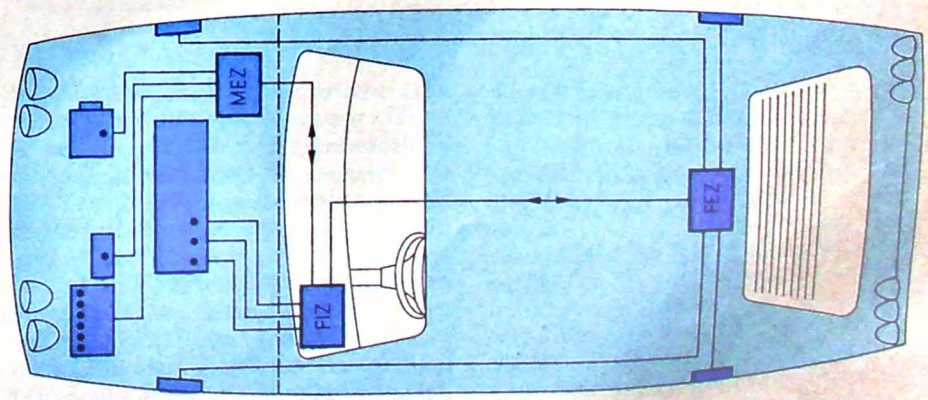


Bild 6. Elektronikzentren im Fahrzeug

Ein Sportwagen-Hersteller wie Porsche ist, so möchte man meinen, eher bereit, in seine Fahrzeuge elektronische Schaltungen einzubauen als andere Kraftfahrzeug-Hersteller, die sowohl schärfer im Preis kalkulieren müssen als auch wegen ihres größeren Fertigungsvolumens weniger flexibel in der Anwendung neuer Techniken sein können. Daß man sich trotzdem auch bei Porsche sehr genau überlegt, in welchen Bereichen der Fahrzeugtechnik der Einsatz von Elektronik heute und in naher Zukunft bereits sinnvoll und vertretbar ist, zeigt der folgende Bericht.

Elektronik bei Porsche

Überlegungen eines deutschen Sportwagen-Herstellers

Wozu überhaupt Elektronik?

Elektronik als Selbstzweck in ein Kraftfahrzeug einzubauen, ist für keinen Automobilhersteller vertretbar; auch die Möglichkeit, mit der Aufschrift „electronic" am Heck neue Kunden zu gewinnen, ist ziemlich illusorisch.

Elektronik muß also einen deutlichen Beitrag zur Betriebs- und Fahrsicherheit, zur Verbesserung der Umweltfreundlichkeit und möglichst auch zur Kostensenkung des Gesamtsystems Auto leisten. Letzterer Faktor, die Kostensenkung, ist heute (noch?) kein Argument für die Elektronik; allgemein muß gesagt werden, daß nicht zuletzt wegen der erheblichen Entwicklungskosten, aber auch wegen der hohen Anforderungen an das Qualitätsniveau der verwendeten Bauelemente heute eine mechanische Lösung vieler fahrzeugtechnischer Teilsysteme kostengünstiger ist.

Andererseits gibt es eine Reihe von Systemen, die sich überhaupt nur elektronisch realisieren lassen, so etwa das vieldiskutierte Abstandsradar. Leider ist dieses Radar zwar bereits erstaunlich weit entwickelt – mit einigem Aufwand konnte man z. B. erreichen, daß keine Fehlinformationen durch Leitplanken oder Masten am Fahrbahnrand entstehen –, andererseits sind einige prinzipielle Probleme dieses Radars noch nicht gelöst, wie etwa das Nichterkennen eines vorausfahrenden Kraftwagens in einer engen Kurve.

Da es aber für den Automobilhersteller notwendig ist, neue Techniken erst dann in der Serie einzuführen, wenn sie absolut durchentwickelt sind und keine „Wenns" und „Aber" mehr beinhalten, erfolgt die Anwendung elektronischer Steuerungen und Regelungen nur recht vorsichtig und zögernd. Das soll nun aber wiederum nicht heißen, daß man sich bei Porsche nicht Gedanken macht, in welche Teile eines Fahrzeugsystems sich heute und in naher Zukunft Elektronik nutzbringend einsetzen läßt; einige Beispiele mögen dies illustrieren.

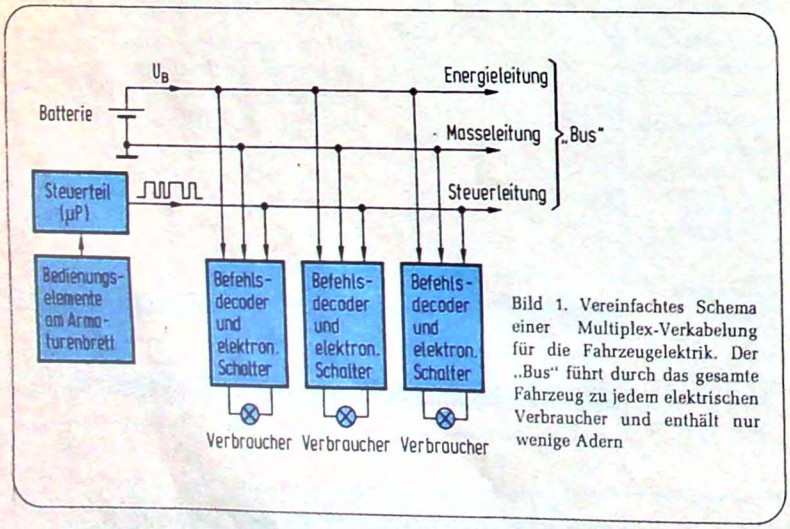


Bild 1. Vereinfachtes Schema einer Multiplex-Verkabelung für die Fahrzeugelektrik. Der „Bus" führt durch das gesamte Fahrzeug zu jedem elektrischen Verbraucher und enthält nur wenige Adern

Zentrale oder dezentrale Elektronik

Noch vor wenigen Jahren waren die führenden Automobilhersteller geschlossen der Auffassung, daß es am günstigsten sei, ein elektronisches „Superhirn" in Form eines Minicomputers irgendwo an zentraler Stelle im Fahrzeug anzuordnen und ihm alle anfallenden Steuerungs-, Regelungs-, Anzeige- und Warnaufgaben zu übertragen. Sicher ein faszinierender Gedanke, und mit der Intelligenz heutiger Mikrocomputer ist dieses System prinzipiell bestimmt realisierbar.

Das Zentralelektronik-Prinzip beinhaltet jedoch einige schwerwiegende Nachteile. Zunächst einmal muß dafür gesorgt werden, daß nicht das Gesamtsystem zusammenbricht, wenn nur ein einziges Bauelement der Zentralelektronik ausfällt. Das bedeutet entweder geeignete Maßnahmen zur Erhöhung der Bauelemente-Zuverlässigkeit oder aber die Installation eines Ersatzsystems. Beides ist äußerst kostenintensiv und stellt in keiner Weise eine Ideallösung dar.

Ein weiteres Problem, das bei einer zentralisierten Struktur der Autoelek-

tronik auftritt, ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Um z. B. die Zündung wirksam mit einem Mikrocomputer steuern zu können, sind Bruchteile von Millisekunden als „Rechenzeit" erforderlich; diese Geschwindigkeit läßt sich aber nur dann realisieren, wenn der zentrale Prozessor nicht mit anderen Aufgaben gleichzeitig betraut ist.

Der heutige Entwicklungstrend geht daher in Richtung einer dezentralen Elektronik, wo jedes „Subsystem" (wie etwa die Zündung oder die Steuerung von Anzeigen) eine eigene Intelligenz besitzt, und zwar immer nur gerade so viel, wie erforderlich ist. Ein zentraler Prozessor ist zwar auch bei diesem Konzept nach wie vor vorhanden, seine Aufgaben beschränken sich im wesentlichen aber auf den Datentransport zwischen den einzelnen Subsystemen und die Kommunikation des Gesamtsystems mit dem Fahrer in Form von Anzeigen und Schaltkontakten.

Multiplex-Verkabelung der Fahrzeugelektrik

Im Zusammenhang mit der Mikrocomputersteuerung wird oft auch ein neuartiges Verkabelungssystem diskutiert, das Multiplex-System. Es soll helfen, die Vielzahl einzelner Leitungen für die unterschiedlichsten Zwecke (Blinkleuchten, Scheinwerfer, Rückleuchten, Hupe und andere Verbraucher) im Idealfall auf drei zu reduzieren. Im Porsche-Modell 928 findet man z. B. rund 600 m Kupferkabel, 960 Kabelverbinder und 20 Relais!

Das Multiplex-System reduziert die notwendigen Leitungen auf wenige Adern; ein Adernpaar dient nur der Energieübertragung, wobei die Spannung auf diesen Adern dauernd anliegt; eine weitere Ader überträgt serielle Steuerimpulse, die erst direkt am Verbraucher selbst decodiert werden und ggf. über eine elektronische Schaltung die gewünschte Funktion auslösen. Alle Verbraucher hängen also an einem gemeinsamen „Bus" und picken sich die für sie bestimmten Schaltbefehle selektiv heraus (*Bild 1*).

Leider ist auch dieses im Prinzip recht einleuchtende Verfahren nicht ohne Haken. Zunächst einmal müssen ja Steuerimpulse übertragen werden; der technische Aufwand zur Erzeugung und Decodierung dieser Impulse ist zwar bei vielen Fahrzeugen mit jetzt bereits recht umfangreicher Verkabelung durchaus vertretbar, aber die Impulse selbst bringen Probleme hinsichtlich der sogenannten EMV mit sich.

Was ist EMV? Hinter diesem in Zusammenhang mit Fahrzeugelektronik oft gebrauchten Begriff verbirgt sich „Elektromagnetische Verträglichkeit". Dies ist aktiv und passiv zu verstehen; um bei der Multiplex-Verdrahtung zu bleiben: Die Impulse auf den Leitungen können (aktiv), z. B. einen Rundfunkempfänger wegen ihrer Oberwellen erheblich stören, andererseits können auch Störimpulse etwa der Zündanlage auf die impulsführende Steuerleitung gelangen und damit Fehlschaltungen der angeschlossenen Verbraucher verursachen (passiv). Immerhin lassen sich diese EMV-Probleme aber, wenn auch mit einigem Aufwand an Sieb- und Abschirmmaßnahmen, in den Griff bekommen.

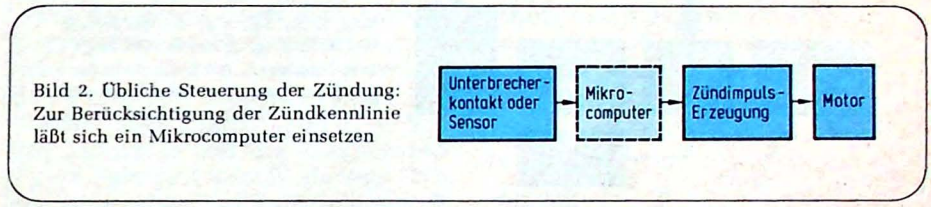


Bild 2. Übliche Steuerung der Zündung: Zur Berücksichtigung der Zündkennlinie läßt sich ein Mikrocomputer einsetzen

Ein weiterer Gesichtspunkt bei der Realisierung von Multiplex-Verkabelungssystemen in einem Kfz ist die Notwendigkeit von elektronischen Schaltern, z. B. Leistungstransistoren, die je nach angeschlossenem Verbraucher oft erhebliche Ströme verarbeiten müssen. Die heute zur Verfügung stehenden Schalttransistoren und Thyristoren führen durchweg zu einem Spannungsabfall in der Größenordnung von etwa einem Volt, und da diese mehr oder weniger technologiebedingt ist, wird man sich damit wohl oder übel abfinden müssen. Um nun diesen Verlustanteil im Vergleich zur gesamten Betriebsspannung klein zu halten, läge es nahe, mit einer höheren Bordnetzspannung zu arbeiten, z. B. mit der bei Lastkraftwagen üblichen Spannung von 24 V.

Pro und Contra 24 V

Bei 24 V Bordnetzspannung spielt ein einziges Volt Verlust an einem Schalttransistor kaum noch eine Rolle; für Multiplex-Verkabelungen wäre das also ideal. Nun könnte man meinen, daß 24 V gegenüber 12 V auch noch eine Einsparung an Gewicht bringt, da ja der Kabelquerschnitt bei gleicher zu übertragender Leistung reduziert werden kann: doppelte Spannung, halber Strom. Leider wird dieser Gewichtsgewinn von der Notwendigkeit einer größeren und damit schwereren Batterie wieder kompensiert; die Batterie bleibt – entgegen überschlägiger Überlegungen, daß sie ja auch nur die halbe (Ah-) Kapazität zu besitzen braucht – nicht gleich groß wie bei einer 12-V-Anlage.

Der wesentlichste Hinderungsgrund bei der Einführung von 24-V-Pkws ist aber das Ersatzteilproblem. 12-V-Scheinwerferlampen bekommt man auch an der entlegensten Tankstelle; wenn nun ein Hersteller wie etwa Porsche aber anfangen würde, im Alleingang 24-V-Wagen zu bauen, würde er damit bestimmt auf die Nase fallen.

Zentrale Warnanlage

Vor einiger Zeit, zum Teil sogar noch heute, war ein „Cockpit-Look" recht gefragt. Eine Unzahl von dezent beleuchteten Instrumenten betrachtete mancher Käufer als Prestigeobjekt.

Die Mikroelektronik, allem voran der Mikrocomputer, kehrt diesen Trend eigentlich um: je größer der Hardware- und Software-Aufwand, desto einfacher werden Bedienung und Anzeigetafeln. Um ein Beispiel zu nennen: Die Überwachung der Batteriespannung, manchmal auch des aus der Batterie entnommenen Stromes, erfolgt heute meist noch mit „altertümlichen" Volt- und Amperemetern. Die Aussage, die diese Meßinstrumente liefern, ist nun leider für den Laien nicht allzu aufschlußreich. Steht beispielsweise der Zeiger des Voltmeters auf 11 V, so erlaubt dies zunächst noch keinerlei Rückschlüsse auf die Ursachen der Unterspannung oder gar auf das nun notwendige Verhalten des Fahrers.

Ein Mikrocomputer wäre dagegen in der Lage, mittels unterschiedlicher Sensoren, etwa für die Motordrehzahl, die Temperatur und die Lichtmaschinenspannung, sofort eine eindeutige Diagnose zu stellen, etwa in der Form „Regler defekt", „Säurestand zu tief" und ähnliches.

Ein weiteres Beispiel für ein solches „intelligentes" Warn- und Anzeigesystem: Wenn auf freier Strecke plötzlich die Lampe „Öldruck" aufleuchtet, weiß

ein weniger erfahrener Fahrer zunächst nicht genau, wie er sich verhalten soll; ist sofortiges Anhalten notwendig, darf er noch bis zur nächsten Werkstatt fahren oder braucht er nur eine Minute zu pausieren? Die zentrale Warnanlage könnte dagegen echte Verhaltensempfehlungen erteilen.

Für die Realisation einer zentralen Warnanlage kommen zwei Grundprinzipien in Frage: Ein passives System, bei dem der Fahrer vor Antritt der Fahrt eine „Check-Control"-Taste drückt und einen Überblick über das Funktionieren einiger Fahrzeugteilsysteme erhält, oder ein aktives System, bei dem das „Tastendrücken" entfällt und das auch während der Fahrt dauernd in der Lage ist, den Ausfall von Teilsystemen auf einem Display (wie auch immer das aussehen mag) anzuzeigen. Porsche entwickelt in Zusammenarbeit mit VDO ein solches „aktives" System, das auch die Wartung des Fahrzeugs erleichtert, da ein Großteil der Fehlerdiagnose vom System selbst durchgeführt werden kann – der Kfz-Mechaniker weiß sofort, wo er hinfassen muß.

Elektronik in der Zündung

Gerade bei Sportwagen ist es erwünscht, möglichst das Letzte aus einem Motor herauszuholen; die Zündung liefert hier einen wesentlichen Beitrag. Warum eine Zündung, gleich ob mechanisch oder teilelektronisch, aber mit dem guten, alten Unterbrecherkontakt niemals optimale Ergebnisse liefern kann, sei an folgendem Rechenbeispiel erläuert: Die heute übliche Einstelltoleranz der Kurbelwelle beträgt immerhin etwa 7°; wenn man dazu einen durchaus realistischen Wert von 5° „Jitter" hinzuaddiert, ist die mittlere Zündungenauigkeit, bezogen auf eine Umdrehung der Kurbelwelle (360°), immerhin 12°! (Als „Jitter" bezeichnet man kurzzeitige Schwankungen der Drehzahl und damit der Phasenlage der Kurbelwelle und die damit verbundenen Phasenschwankungen der Zündimpulse.)

Mit einer kontaktlosen Zündung lassen sich diese Probleme recht gut in den Griff bekommen, z. B. mit einem Hallgenerator statt des Unterbrecherkontakts; ideal ist das aber immer noch nicht. Denn: es handelt sich ja nach wie vor um eine Steuerung mit irgend einer mehr oder weniger gekrümmten Kennlinie (*Bild 2*). Noch besser wäre eine echte Regelung, ein Regelkreis aus mehreren Sensoren, in den außer der Zündung auch der Vergaser mit einbezogen sein könnte. Damit wäre es möglich, wesentlich dichter an die Klopfgrenze heranzukommen, als das mit einer Steuerung aus Sicherheitsgründen vertretbar wäre. Auch hierfür eignet sich selbstverständlich ein Mikrocomputer; er könnte auch Faktoren wie etwa die Oktanzahl des Benzins und die momentane Verdichtung sowie die Temperatur in die Berechnung des nächsten Zündzeitpunkts mit einbeziehen (*Bild 3*). Der „Jitter" läßt sich mit einfachsten arithmetischen Operationen ausgleichen.

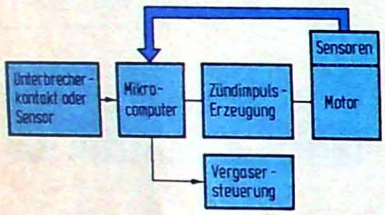


Bild 3. So läßt sich die Steuerung von Bild 2 zu einem echten Regelkreis ergänzen, der auch unter ungewöhnlichen Umweltbedingungen eine wesentlich bessere Ausnutzung des Motors ermöglicht

Ein weiterer Punkt ist die Einhaltung von Abgasmaximalwerten. In den USA ist die Gesetzgebung wesentlich schärfer als hierzulande, trotzdem ist damit zu rechnen, daß auch in der Bundesrepublik Deutschland eines Tages verschärfte Bestimmungen in Kraft treten. Elektronische Motorsteuerungen (die Zündung ist nur ein Teilsystem) sind zweifellos in der Lage, durch „intelligente" Steuerungen und Regelungen eine deutliche Verminderung der Abgaskonzentration herbeizuführen; man sollte sich aber hier keinesfalls Illusionen machen, da bei der Verbrennung von Benzin nun einmal immer bestimmte Verbrennungsprodukte entstehen, die sich auch mit noch so intelligenten Systemen nicht vermeiden lassen. Wenn man ein solches System z. B. so auslegt, daß der Anteil an Stickoxiden zurückgeht, steigt damit gleichzeitig der Kohlenwasserstoffanteil – um chemische Naturgesetze kommt man auch mit der Elektronik nicht herum. Elektronik mindert das Abgasproblem, beseitigt es aber keinesfalls.

Entwicklung: Jedem das Seine

Für jede Automobilfirma stellt sich die Grundsatzfrage, ob die Entwicklung elektronischer Kfz-Systeme im eigenen Hause oder anderswo durchgeführt werden soll. Porsche entschied sich für eine enge Zusammenarbeit mit VDO; diese Zusammenarbeit sieht aber im Gegensatz zu früheren Jahren nicht so aus, daß VDO an Porsche eine „black box" mit vorher spezifizierten Eigenschaften liefert, sondern die Zusammenarbeit erstreckt sich auch auf den Entwicklungszeitraum. Porsche liefert sein fahrzeugspezifisches Know-how, VDO dagegen das Elektronik-Know-how.

Ähnlich funktioniert auch die Kooperation mit Bosch bei der Ausstattung der Porsche-Fahrzeuge mit elektronischen Zündungen. Es kann durchaus vorkommen, daß sich auch während der Entwicklungsphase neue Aspekte ergeben, was dann zu einem „Brainstorming" zwischen Kfz-Hersteller und Zulieferer führt.

Abschließende Frage: Wann erscheint der erste Porsche mit Mikrocomputer? Tja, genau weiß man das ja nie, aber vielleicht in drei Jahren...

H. Feichtinger

Leuchtdioden zeigen Batterie-Ladezustand an

Jeder Betreiber einer Bleibatterie weiß, daß durch Tief-Entladungen die Batterie beschädigt wird. Der neue Ladezustands-Anzeiger von Bosch zeigt kontinuierlich die Restkapazität – in Prozent der Nennkapazität – der 12-V-Bleibatterie an. In Arbeitsmaschinen, Wohnwagen und Booten, aber auch im Automobil gibt eine regelmäßige Batteriekontrolle mit dem Ladezustands-Anzeiger von Bosch darüber Klarheit, ob die Batterie noch genügend Kraft hat.

Die Anzeige erfolgt linear in acht Stufen von 0 bis 100% durch Leuchtdioden. Die grünen Anzeigen (Leuchtdioden) signalisieren eine noch ausreichende, vorhandene Restkapazität. Sobald das rote Signal jedoch aufleuchtet, ist die Batterie gefährdet; sie muß dann aufgeladen werden.

Das 1,2 m lange Anschlußkabel des Batterie-Ladezustand-Anzeigers wird an die Batterieklemmen angeschlossen; eine Schutzschaltung verhindert Falschpolung.

Abstandswarngeräte können die Zahl und Schwere von Auffahrunfällen stark mindern. Dies ist insbesonders dann von Wichtigkeit, wenn, wie erwartet, die Verkehrsdichte auf unseren Straßen weiter zunimmt. Der folgende Aufsatz beschreibt Aufbau und Funktion eines Abstandswarnradars im 35-GHz-Bereich und stammt aus dem Hause Bosch.

Dr. Ernst Hermann Düll
Dr. Fritz Ackermann

Abstandswarnradar für Kraftfahrzeuge

Im Jahr 1974 wurden in der Bundesrepublik Deutschland bei Auffahrunfällen auf Straßen aller Art insgesamt 1055 Menschen getötet und 70 287 mehr oder weniger schwer verletzt. Außerdem entstand ein Sachschaden von 588.3 Mio DM [1]. Wenn man nun noch in Rechnung stellt, daß bei einer Verkehrsdichte von mehr als 2000 Fahrzeugen/Stunde die Auffahrunfälle ca. 70 % der Gesamtzahl der Unfälle darstellen [1], so kann man leicht erkennen, daß durch den Einsatz von Abstandswarngeräten ein erheblicher volkswirtschaftlicher Nutzen zu erwarten wäre.

Übersicht und Funktionsprinzip

Bild 1 zeigt die Funktionsweise eines autarken[1]) Abstandswarngeräts. Im oberen Bildteil ist die Verkehrssituation dargestellt. Fahrzeug 2, das mit Abstandswarngerät ausgerüstet ist, schließt mit der Geschwindigkeit v_2 zum Fahrzeug 1 (v_1) auf.

Das Radargerät liefert dem Auswertungsrechner zwei Impulse, deren zeitlicher Abstand dem Abstand a der beiden Fahrzeuge proportional ist. Die Bremsverzögerungen b_1 und b_2 der beiden Fahrzeuge und die Reaktionszeit T_R des Fahrers 2 werden als feste Größen vorgegeben. Der Rechner ermittelt a und mit Hilfe von v_2, b_1, b_2 und T_R nach der Gleichung (1) den erforderlichen Sicherheitsabstand a_s:

$$a_s = \frac{1}{b_2} \cdot v_2^2 - \frac{1}{2b_1} \cdot \left(v_2 + \frac{da}{dt}\right)^2 + T_R \cdot v_2 \qquad (1)$$

[1]) Bei kooperativen Systemen muß das vorausfahrende Fahrzeug eine geeignete Ausrüstung (Radarreflektor) haben, autarke Systeme funktionieren unabhängig von irgendwelchen Einrichtungen an anderen Fahrzeugen.

Es wird dabei vorausgesetzt, daß das Fahrzeug 1 eine endliche Bremsverzögerung b_1 hat, sofern $v_1 \neq 0$ ist und somit nicht plötzlich ohne Bremsweg zum Stillstand kommt. v_1 wird vom Auswerte-Rechner nach der Gleichung

$$v_1 = v_2 + \frac{da}{dt} \qquad (2)$$

ermittelt.

Der nach (1) gefundene Sicherheitsabstand wird mit dem vom Radar gemessenen Abstand a verglichen. Für den Fall

$$a < a_s \qquad (3)$$

wird eine optische und akustische Warnung ausgelöst.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß die Größe des Sicherheitsabstandes a_s in starkem Maße von der Warnstrategie abhängt. In der Warnstrategie werden Annahmen über die Bremsverzögerungen b_1 und b_2 der bei-

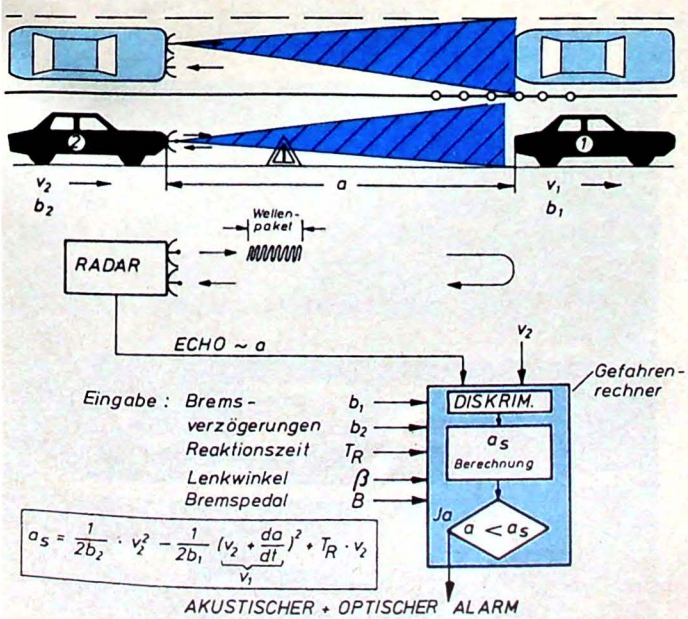


Bild 1. Prinzip des Abstandswarnradars

Antennenarten	Eigenschaften / Radarsysteme	Abstand a	Meßgenauigkeit Δa	Relativgeschw. v_R	Meßgenauigkeit Δv_R	Atmosphärische Effekte	Kosten
	1 Monostatisch CW	– –	–	+ +	–	– –	+ +
	2 Monostatisch FM - CW	+	–	+	–	– –	+
	3 Monostatisch Impuls	+ +	+	+	+ +	o	+
	4 Bistatisch CW	– –	–	+ +	–	o	+
	5 Bistatisch FM - CW	+	–	+	–	o	o
	6 Bistatisch Impuls	+ +	+	+	+ +	+	o
	7 Phasenauswertg. Systeme CW	– –	–	+ +	–	o	–
	8 Phasenauswertg. Systeme FM-CW	+ +	–	–	–	o	– –
	9 Phasenauswertg. Systeme Impuls	+ +	+	+	+	+	– –

Bild 2. Bewertung verschiedener Abstandswarn-Radarsysteme

den Fahrzeuge und die Reaktionszeit T_R des Fahrers im Fahrzeug 2 getroffen.

Wir setzen heute bei trockener Fahrbahn $b_1 = b_2 = 6\ m/s^2$ und $T_R = 1s$ ein. Es hat sich in der Praxis bewährt, $T_R = 0$ zu setzen (vgl. Gl. 1), sobald der Fahrer die Bremse betätigt hat. Die resultierenden Abstände werden von den Fahrern im allgemeinen als richtig angesehen. Bei hohen Geschwindigkeiten neigen Fahrer eher dazu, größere Abstände als die angezeigten einzuhalten, bei niedrigeren Geschwindigkeiten ist die umgekehrte Tendenz feststellbar.

Das technische Problem liegt im wesentlichen in der Unterscheidung von Hindernissen, die eine Gefahr darstellen, von solchen, die außerhalb der eigenen Fahrspur liegen und die deshalb nicht gefährlich sind. Zu beachten ist außerdem noch das Verhalten der Geräte bei Niederschlägen.

Auswahl des Radarsensors

In einer ausführlichen Studie[2]) wurde eine Entscheidungsmatrix erarbeitet, in der 20 mögliche Radarverfahren mit und ohne Strahlschwenkung an Hand von 13 Kriterien vergleichend beurteilt werden. Dabei wurde der Informationsgewinn und das Verhalten gegenüber Umwelteinflüssen höher bewertet als Herstell- und Einbaukosten. Kooperative Systeme[1]) wurden von dem Vergleich ausgeschlossen, da ihre Einführung zur Zeit nicht erwogen wird. Die Auswertung der Vergleichsmatrix ergab, daß Radarsysteme mit Diagrammschwenkung und getrennten Sende- und Empfangsantennen Vorteile zeigten gegenüber Systemen mit starrem Antennensystem. Da sowohl eine elektronische als auch eine mechanische Strahlschwenkung vorerst nicht für den Einsatz in einem Abstandswarnradar vorgesehen war, wurde ein bistatisches Impulsradarverfahren ausgewählt, das die beste Bewertung für starre Antennensysteme erhielt. Vorteile gegenüber FM-CW-Verfahren liegen insbesondere in der Signalverarbeitung im Zeitbereich, die einen erheblich geringeren Aufwand in der Auswerteelektronik erfordert, und in der geringeren Empfindlichkeit des Impulssystems gegen Regenechos.

Bild 2 zeigt einen Auszug aus der Vergleichsmatrix. Hier werden neun Radarverfahren mit starren Antennensystemen an Hand der sechs wichtigsten Kriterien verglichen (++sehr gut, +gut, 0genügend, –schlecht, ––sehr schlecht).

[2]) Der Radarsensor wurde von AEG-Telefunken entwickelt.

Auswertung der Radar-Echosignale

Das entscheidende Problem bei der Auswertung ist die sichere Trennung von Nutz- und Störsignalen. Zu den Störsignalen gehören vor allem Signale von Objekten außerhalb der eigenen Fahrspur, deren Wahrnehmung ohne Relevanz ist.

Nach mehrjähriger Entwicklung ist ein Auswertesystem mit einer Struktur gemäß *Bild 3* entstanden: Von einer Steuerzentrale wird der Radar-Sender für jeweils 20 ns mit 250 kHz Pulsfrequenz getaktet. Der Empfänger erhält auf direktem Weg einen Referenzimpuls, der in seiner zeitlichen Lage dem Sende-Start-Impuls entspricht. Um diesen Referenzimpuls im Echosignal zu identifizieren, wird durch den Sendestartimpuls ein „Zeitfenster" geöffnet, innerhalb dessen der Referenzimpuls im Empfänger erwartet wird.

Eine hohe Auflösung des Abstandes a der beiden Fahrzeuge ($\Delta a = 0{,}1$ m) ergibt eine scharfe Warngrenze. Der Sicherheitsabstand kann exakt eingehalten werden und es geht kein Verkehrsraum durch ungenaue Messung verloren.

Zeitdehnung (ZD)

Wie bereits erwähnt, haben die Sende- und Echoimpulse eine Dauer von ca. 20 ns im Abstand von etwa 4 µs. Da zur Verarbeitung solcher Signale Verstärker mit sehr großer Bandbreite erforderlich sind und eine derartige Anzahl von Meßwerten pro Zeiteinheit nicht erforderlich ist, wird ein Zeitdehnungsverfahren eingesetzt, welches alle zeitlichen Abläufe um den Faktor 1000 dehnt.

Diese Zeitdehnungsstufe arbeitet ähnlich einem Sampling-Verfahren. Die Referenz- und Echoimpulse werden mit einem Nadelimpuls abgetastet, dessen Wiederholfrequenz um 250 Hz gegenüber der Sendeimpuls-Wiederholfrequenz verschoben ist (249,75 kHz gegenüber 250 kHz). Dadurch erhält man nun Meßwerte im Abstand 1000 mal 4 µs, also 4 ms. Die weitere Verarbeitung erfolgt ausschließlich in diesem relativ niederfrequenten Bereich.

Grundproblematik der Diskriminierung und Übersicht über die gewählten Lösungswege

Amplitudendiskriminierung (AD)

Kleine Hindernisse in geringer Entfernung, beispielsweise einzelne Begrenzungspfosten, Fahrbahnunebenheiten und insbesondere Niederschlag (Hagel, Wolkenbruch) können zu Echoimpulsen führen, deren Amplitude so groß ist wie die von Fahrzeugen in größeren Entfernungen.

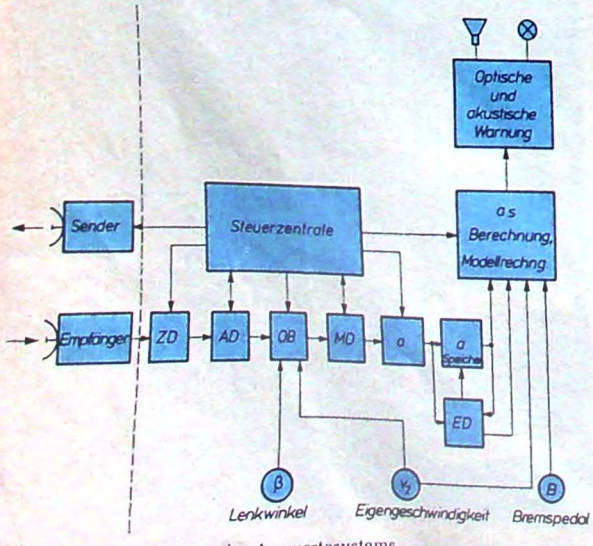


Bild 3. Funktionsdiagramm des Auswertesystems

Bild 4. Einbau der Antennen in ein serienmäßiges Fahrzeug

Abhilfe wird dadurch geschaffen, daß je nach Entferung – also je nach Laufzeit des Echos – nur Signale einer bestimmten, mit der Entfernung abnehmenden Amplitude, in die Auswertung übernommen werden (sog. Amplitudendiskriminierung AD).

Ortungstiefenbegrenzung (OB)

Bei Kurvenfahrt trifft der Radarstrahl auf Hindernisse außerhalb der Fahrspur. Deshalb wird die Radarreichweite (max. 120 m) mit wachsendem Lenkwinkel (= Vorderradeinschlag) in Stufen zurückgenommen.

Dabei wird die Empfangsbereitschaft für Echosignale zeitlich verringert, dies hat gleichzeitig den erwünschten Nebeneffekt, daß alle Störungen, die außerhalb der entsprechenden aktiven Empfangszeit auftreten, nicht wahrgenommen werden.

Da es grundsätzlich nicht erforderlich ist, wesentlich über den sicheren Abstand a_s hinaus zu messen, wird die Radarreichweite auch bei Geradeausfahrt nach dem gleichen Verfahren angepaßt, und zwar kontinuierlich an die Fahrgeschwindigkeit. Der sich jeweils ergebende kleinere Wert wird als aktuelle Ortungstiefe benutzt.

Musterdiskriminierung (MD)

An den Fahrbahnrändern gibt es eine Reihe typischer Hindernisanordnungen. Dazu gehören u. a. Leitplanken, Reihen von Begrenzungspfosten, Alleebäume, hintereinander parkende Fahrzeuge. In diesen Fällen erhalten wir regelmäßige und charakteristische Radarechos, deren Muster vom Gerät wiedererkannt werden kann. Dies geschieht durch Vergleich von gespeicherten Signalmustern mit den gemessenen. Bekannte Muster sind irrelevant und werden auf diese Weise ausgeschieden.

Echosprungdiskriminierung (ED)

In der Fahrpraxis werden häufig bereits geortete Hindernisse durch ein neu auftretendes ersetzt (z. B. einscherendes Fahrzeug). Dieser Fall muß erkannt werden, da das Gerät sonst eine übergroße Annäherungsgeschwindigkeit an das ursprüngliche Hindernis diagnostizieren würde.

Das Problem wird dadurch gelöst, daß ein neues Hindernis grundsätzlich über einen Zeitraum von etwa 250 ms daraufhin überprüft wird, ob es sich im Rahmen bestimmter Grenzwerte bewegt (z. B. max. Differenzgeschwindigkeit bis zu 180 km/h).
Während dieser Phase läuft für das ursprünglich akzeptierte Hindernis eine Modellrechnung weiter, deren Endwert für den Fall, daß es sich bei dem neu aufgetretenen Echo um eine Störung gehandelt hat, sofort wieder übernommen werden kann.

Wird das neue Echosignal jedoch nach 250 ms akzeptiert, so wird die Modellrechnung mit den neuen Werten fortgesetzt. Die beschriebene fortlaufende Modellrechnung erfüllt auch die Aufgabe einer Glättung der Abstandsänderungswerte, die durch wechselnde Radarreflexions- und Ausbreitungsbedingungen entstehen können.

Neben den bisher bereits erwähnten Störeinflüssen gibt es eine Reihe weiterer Störmöglichkeiten, beispielsweise durch Mehrfachreflexionen, Einstrahlung durch andere Fahrzeuge mit Radarausrüstung und Reflexionen als Folge von Überreichweiten. Im letzteren Fall handelt es sich um Echosignale von sehr weit entfernten Hindernissen, die erst in einem späteren Meßzyklus die Empfangsantenne wieder erreichen.

Gegen alle diese Einflüsse hat es sich als wirksam erwiesen, die Meßzeit möglichst klein zu halten (max. 800 µs) und so selten wie möglich zu messen (Wiederholfrequenz ca. 25 Hz).

Die beschriebenen Diskriminierungs-Maßnahmen, Amplituden-, Muster-, Echosprung-Diskriminierung sowie die Ortungstiefenbegrenzung stellen in Verbindung mit der Zeitdehnung die entscheidende Vorverarbeitung zur Verhinderung von Falschalarmen dar. Die Berechnung des Sicherheitsabstandes und der Vergleich mit dem gemessenen Abstand beginnt erst, nachdem die Echosignale in der beschriebenen Form überprüft worden sind.

Geräte und Bedienung

Bild 4 zeigt einen Pkw mit eingebautem Abstandswarnradar. Die Elektronik ist elektromagnetisch dicht aufgebaut. Es entstehen keine EMV-Schwierigkeiten, beispielsweise durch die nahegelegene Zündanlage. Schock und Vibration durch das Fahrzeug rufen keine Mikrophonie hervor. Der hier gezeigte Pkw macht deutlich, daß ein stilistisch befriedigender Einbau möglich ist.

Bedienung und Anzeige werden in einem kleinen Anbaugerät zusammengefaßt. Am Bedien- und Auswerteteil (*Bild 5*) wird links die Abstandsdifferenz zum jeweiligen Sicherheitsabstand quasianalog mittels einer LED-Zeile angezeigt. Daneben liegt die eigentliche Warnlampe, die zusammen mit einem Lautsprecher angesteuert wird. Wir unterscheiden zur Zeit zwei Typen von Warnungen. Zunächst eine intermittierende Warnung durch Ton und Blinkanzeige, welche bei Unterschreiten des Sicherheitsabstandes ausgelöst wird. Nähert sich der Fahrer einem Hindernis mit einer Differenzgeschwindigkeit von mehr als 10 km/h, so warnt ein eindringlicher Dauerton.

Bild 5. Auswertegerät im Innern des Fahrzeugs

Die Straßenverhältnisse kann der Fahrer mit einem Schalter in drei Stufen berücksichtigen, nämlich trockene, nasse und schneeglatte Fahrbahn.

Je nach Schalterstellung werden verschiedene Werte bzw. Kombinationen für die Bremsverzögerungen b_1 und b_2 dem Rechner vorgegeben. Lautsprecher und Gesamtgerät können getrennt ein- und ausgeschaltet werden. Eine Kontrollampe oberhalb des Hauptschalters überwacht neben anderen Funktionen den ordnungsgemäßen Empfang des Referenzimpulses.

Erprobung

Eine Reihe von Versuchsfahrzeugen wurde mit Abstandswarnradar ausgerüstet[3]). Mit ihnen wurden über 100 000 km zurückgelegt. Dabei konnte die Verkehrstauglichkeit der Geräte nachgewiesen werden. Die Fahrer empfanden die Warnung als hilfreich. Im Stadtverkehr wurden praktisch keine Fehlwarnungen beobachtet. Durch die analoge Anzeige der momentanen Differenz zum Sicherheitsabstand kann der Fahrer immer im richtigen Abstand fahren. Weitergehende Untersuchungen laufen zur Zeit an. Hierzu wird eine größere Zahl von Fahrzeugen eingesetzt. Neben umfangreichen Messungen zur objektiven Funktion der Geräte soll auch die Einstellung der verschiedenen Fahrer zur Warnstrategie durch Fragebogen ermittelt werden. Hinzu kommt die Untersuchung der Einflüsse des Radareinsatzes auf Verkehrsfluß und Kolonnenstabilität.

[3]) Teilweise gefördert durch das BMFT

Literatur

[1] *Köhler, U., Zackor, H.*: „Abstands-Warngeräte – Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Verkehrssicherheit". Straßenverkehrstechnik Heft 6, 1976.

[2] *Düll, E.H., Peters, H.J.*: „Collision Avoidance Systems for Automobiles", SAE-Paper 780263.

Batteriezündsysteme für Otto-Motoren sind z. Z. in einem raschen Umbruch. Die klassische Spulenzündung mit Unterbrecherkontakt, über viele Jahrzehnte im Grundkonzept unverändert, wurde bei Personenwagen in den USA bereits vollständig durch die kontaktlose Transistor-Spulenzündung abgelöst. In Europa ist diese Umstellung noch nicht so weit fortgeschritten, aber sie ist auch hier bereits im Gange. Darüber hinaus befinden sich neue Generationen von Zündanlagen schon in Serie oder in Serienvorbereitung. Der nachfolgende Beitrag aus dem Hause Bosch gibt einen Überblick über dieses Thema.

Zukunftsaussichten von Zündsystemen

Bei Zündanlagen werden weitere bisher noch durch mechanische Bauelemente realisierte Funktionen oder aber ganz neue Funktionen mit Hilfe elektronischer Schaltungen dargestellt.

Diese rasche Entwicklung wird durch neue Forderungen ausgelöst, die wegen der Abgasgesetzgebung, Energieverknappung, neuer Motorkonzepte, neuer Kraftstoffe und der stetigen Weiterentwicklung des Kraftfahrzeuges an neue Zündsysteme gestellt werden. Ermöglicht werden diese Systeme durch die raschen Fortschritte auf dem Halbleitergebiet. Die Zündung ist eines der Systeme im Kraftfahrzeug, das z. Z. dem stärksten Wandel unterworfen ist und bei dem verschiedene moderne Technologien zum ersten Male zum Einsatz kommen.

Die Spulenzündung

Bild 1 zeigt schematisch die Spulenzündung, wie sie auch heute noch in Europa überwiegend eingesetzt wird. Sie besteht im wesentlichen aus dem Zündverteiler und der Zündspule. Der Zündverteiler enthält den Unterbrecherkontakt, der im Zündzeitpunkt den Strom in der Primärwicklung der Zündspule unterbricht, wodurch auf der Sekundärseite der Zündspule die gewünschte Hochspannung erzeugt wird. Diese Hochspannung wird mit Hilfe des Verteilerläufers im Zündverteiler auf die Kerzen verteilt. Der Zündzeitpunkt wird in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und dem Unterdruck im Saugrohr, d.h. dem Lastzustand des Motors, mit Hilfe des Fliehkraft- und Unterdruckverstellers eingestellt.

Aufgrund der einfachen und über Jahrzehnte hinweg ausgereiften Konstruktion liegen die Vorteile insbesondere in den niedrigen Kosten. Ein entscheidender Nachteil besteht jedoch darin, daß der mechanische Unterbrecherkontakt nur Ströme von 4...5 A zuläßt und einem natürlichen Verschleiß unterliegt. Die Eigenschaften dieser Anlage verändern sich also mit der Zeit, so daß der Kontaktsatz regelmäßig ausgewechselt werden muß.

Die Belastung dieses mechanischen Kontaktes einschließlich des Gleitstükkes am Nocken und des Unterbrecherhebels wird leicht verständlich, wenn man die auftretenden Schaltfrequenzen betrachtet. So muß sich z. B. bei einem 4-Zylinder-Motor, der mit 6000 U/min läuft, der Unterbrecherkontakt 200mal in der Sekunde öffnen und schließen. Bei einem 8-Zylinder-Motor sind es sogar 400 Schaltvorgänge pro Sekunde. Es waren daher auch zuerst schnellaufende vielzylindrige Motoren für Rennfahrzeuge, die den Ersatz des Unterbrechers durch ein berührungslos arbeitendes elektrisches Auslösesystem erforderlich machten.

Kontaktlose Transistor-Zündung

Die Nachteile der Spulenzündung können durch die kontaktlose Transistor-Zündung vollständig beseitigt werden. *Bild 2* zeigt schematisch eine Anlage der Robert Bosch GmbH, bei der der Unterbrecherkontakt im Zündverteiler durch ein berührungslos arbeitendes Auslösesystem ersetzt ist. In diesem Fall besteht es aus einem induktiven System, bei dem ein Rotor umläuft, dessen Zähnezahl der Zylinderzahl entspricht. In einer feststehenden Spule

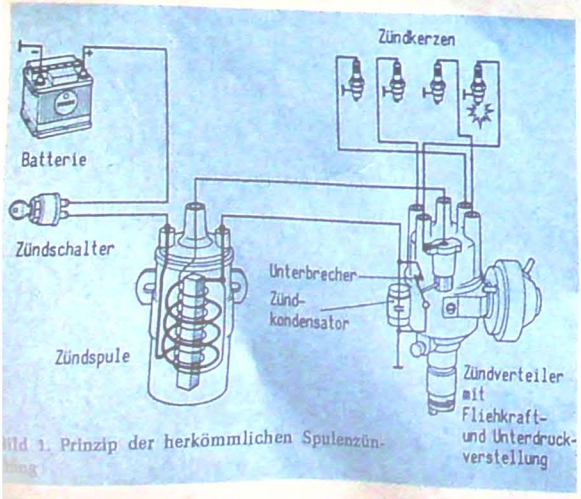


Bild 1. Prinzip der herkömmlichen Spulenzündung

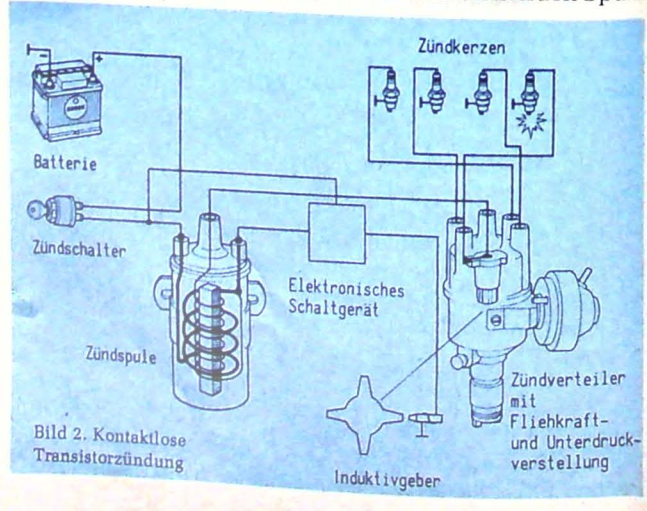


Bild 2. Kontaktlose Transistorzündung

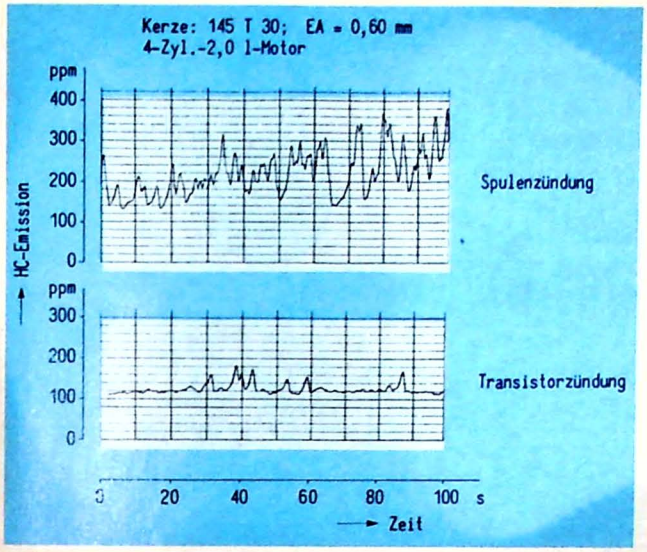


Bild 3. Emission unverbrannter Kohlenwasserstoffe im Leerlauf

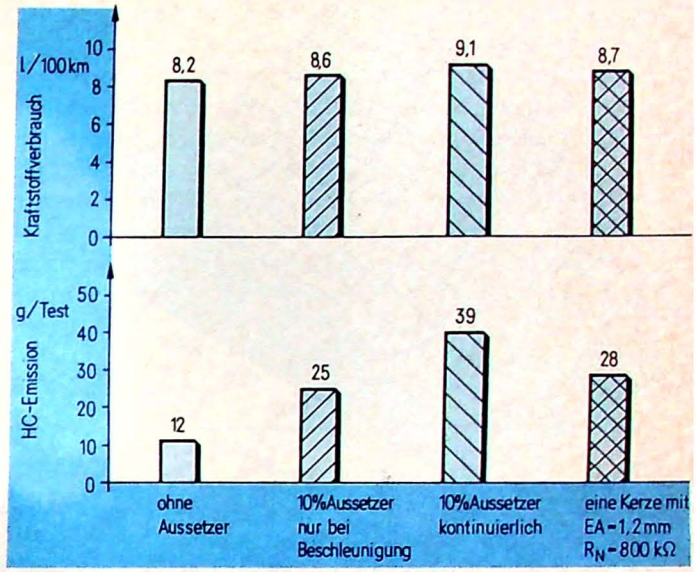


Bild 4. Einfluß von Zündaussetzern auf den spezifischen Verbrauch sowie die dabei auftretende HC-(Kohlenstoff/Wasserstoff) Emission

wird eine elektrische Spannung erzeugt, die in einem Schaltgerät weiterverarbeitet und so verstärkt wird, daß hiermit die Zündspule angesteuert werden kann.

Das Auslösesystem ist für die gesamte Lebensdauer des Fahrzeuges verschleiß- und wartungsfrei. Neben den niedrigeren Wartungskosten folgt hieraus noch eine hohe Genauigkeit des Zündzeitpunktes.

Da mit modernen Leistungstransistoren sehr hohe Ströme völlig verschleißfrei geschaltet werden können, sind der Leistungsabgabe einer solchen Anlage im Prinzip keine Grenzen mehr auferlegt. Spezielle von Bosch entwickelte Zündungs-Transistoren erlauben, Ströme bis 20 A unter allen auftretenden Bedingungen sicher zu schalten. Damit können Anlagen gebaut werden, mit denen das Gemisch auch unter ungünstigen Bedingungen, wie etwa bei verrußten Kerzen, großen Elektrodenabständen oder niedriger Bordnetzspannung beim Kaltstart sicher entflammt werden kann.

Einige der Vorteile, die sich durch die höhere Energie des Zündfunkens und die Konstanz des Zündzeitpunktes beim Verbrennungsvorgang ergeben, sind in den folgenden Bildern dargestellt. *Bild 3* zeigt Messungen des zeitlichen Verlaufs der unverbrannten Kohlenwasserstoffe im Abgas eines Motors im Leerlauf bei Verwendung einer Spulenzündung und einer Transistor-Spulenzündung. Die niedrigeren Werte bei der Transistor-Spulenzündung machen den vollständigeren und gleichmäßigeren Verbrennungsablauf bei Verwendung der Transistor-Spulenzündung deutlich, was sich u. a. in einem runderen Leerlauf auswirkt.

Bild 4 zeigt Meßwerte hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs und der Kohlenwasserstoffemisson bei verschiedenen Zündungs-Aussetzerraten. Diese wurden in einem Fahrzeug bewußt eingestellt, um den Einfluß der Zündaussetzer zu untersuchen. Je nach Fahrzeug werden von einem Normalfahrer Aussetzerraten bis zu 10 % kaum bemerkt. Die Folge sind höhere Schadstoff-Emissionen und ein um einige Prozent höherer Verbrauch.

Bei der kontaktlosen Transistorzündung bleibt der Zündzeitpunkt praktisch konstant. Demgegenüber ergibt sich bei einer Spulenzündung im Verlaufe von 15 000 km bis 20 000 km eine Spätvorstellung von einigen Grad, was ebenfalls eine Verbrauchserhöhung von einigen Prozent zur Folge hat.

Vollelektronische Zündsysteme

Die Transistor-Spulenzündung stellt einen ganz wesentlichen Fortschritt gegenüber der durch Kontakt gesteuerten Spulenzündung dar. Die Auslösung ist wartungsfrei, der Zündzeitpunkt wesentlich konstanter und die Leistung kann an jede Forderung angepaßt werden. Die Einstellung des Zündzeitpunktes entsprechend dem momentanen Motorzustand erfolgt jedoch auch bei diesen Anlagen noch durch den Drehzahl- und Unterdruckverstellmechanismus. Diese Teile sind zwar kostengünstig herzustellen und außerordentlich zuverlässig in der Praxis, sie unterliegen jedoch noch einem gewissen Verschleiß. Darüber hinaus lassen sich sehr komplexe Verstellfunktionen

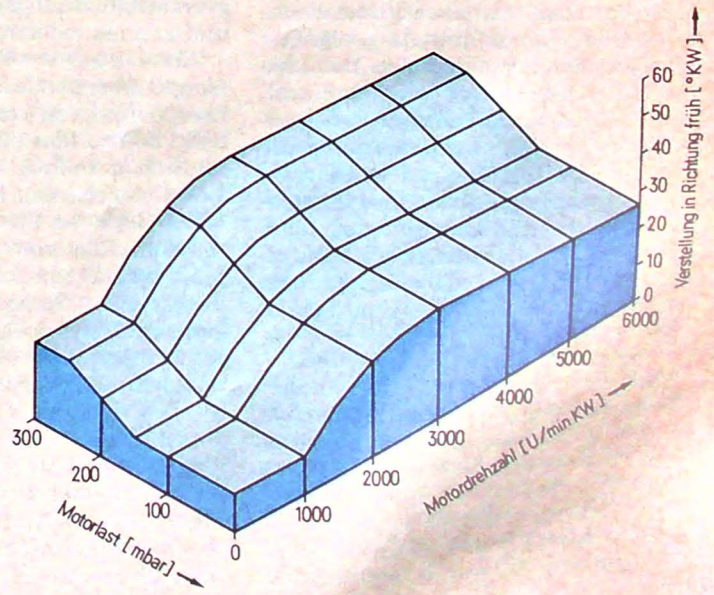


Bild 5. Typisches Zündungskennfeld durch Fliehkraft- und Unterdruckversteller

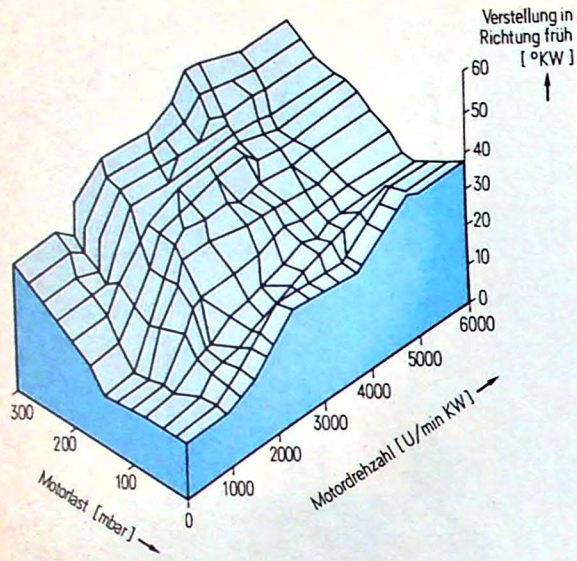


Bild 6. Zündungskennfeld, welches durch einen Mikroprozessor erzielt werden kann

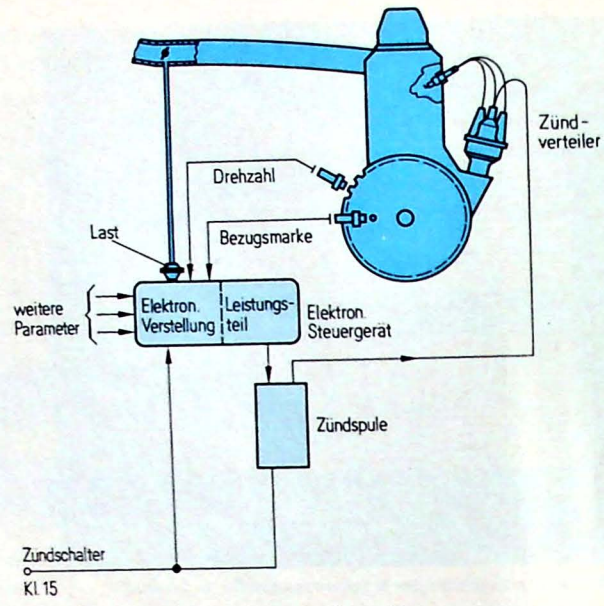


Bild 7. Prinzip der elektronischen Zündverstellung

mit diesen Systemen nur sehr schwer oder gar nicht mehr darstellen. Für einen typischen Motor ist der Zündzeitpunkt in Abhängigkeit von Drehzahl und Last in Bild 5 dargestellt.

Müssen noch kompliziertere Zündcharakteristika realisiert werden, so ist dies nur durch eine neue Generation von Zündsystemen, den vollelektronischen Zündsystemen, möglich. Bild 6 zeigt beispielhaft ein Kennfeld, das mit den bisher beschriebenen Anlagen nicht mehr darstellbar wäre.

Hierfür muß eine vollelektronische Zündanlage eingesetzt werden, die in Bild 7 schematisch dargestellt ist. Anstelle des Unterdruck- und Fliehkraftverstellers im Zündverteiler errechnet hier ein Mikrocomputer jeweils zwischen zwei Zündvorgängen den neuen optimalen Zündzeitpunkt. Dem Rechner werden hierzu mittels geeigneter Sensoren die verschiedenen Betriebszustände des Motors wie Drehzahl, Last, Kühlwassertemperatur usw. eingegeben. Hieraus wird dann für die momentan vorhandene Kombination der Eingangsgrößen der jeweils optimale Zündzeitpunkt errechnet. Zum Zündzeitpunkt wird dann mit Hilfe eines Leistungsteils ein Hochspannungsimpuls wie bei der normalen Transistor-Spulenzündung erzeugt.

Den Kern solcher Anlagen bilden hochintegrierte Digitalschaltungen, bei denen auf kleinsten Flächen mit einigen Millimetern Kantenlänge einige tausend Transistoren untergebracht sind. Gerade auf diesem Gebiet wurden in den letzten Jahren sehr große Fortschritte erzielt, die z. B. die Entwicklung der modernen Taschenrechner erst ermöglichten.

Mikroprozessoren werden heute bereits in USA in Einzelfällen in der Kraftfahrzeugelektronik eingesetzt. Sie werden in den nächsten Jahren sicher weiter an Bedeutung gewinnen. In Europa wird diese Entwicklung mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung ablaufen. Hier liegt jedoch der Schwerpunkt zunächst auf der Umstellung von der klassischen Spulenzündung auf die wartungsfreie, leistungsgesteigerte Transistorzündung.

Literatur

[1] Kraftfahrtechnisches Taschenbuch. Bosch
[2] Bosch Technische Berichte, 5, 1977, Heft 5/6
[3] Bosch Technische Unterrichtung, Batteriezündung
[4] Bosch Technische Unterrichtung, Elektronische Batteriezündsysteme

Lampenüberwachung - Kontrolle gegen Blindfahrt

Glühlampen haben nur eine begrenzte Lebensdauer, die von verschiedenen Faktoren abhängig ist. Ausfälle an der Beleuchtungseinrichtung von Kraftfahrzeugen können deshalb nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden und können jederzeit eintreten.

Eine Lösung des Problems liefert das Lampenüberwachungssystem, das die Lampenfunktion vor und während der Fahrt kontrolliert und damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit liefert.

Das Gerät der Firma VDO überwacht die Funktion von Fahrlicht, Schlußlicht und Bremslicht und zeigt dem Fahrer einen Defekt optisch an. Dies kann entweder durch eine gemeinsame Kontrollampe für alle überwachenden Beleuchtungseinrichtungen oder durch mehrere Lampen für jeden einzelnen kontrollierten Kreis geschehen.

Beim Einschalten der Zündung wird im Lampenüberwachungsgerät ein Fehler simuliert. Durch kurzes Aufleuchten aller Kontrollampen meldet die Anlage ihre Funktionsbereitschaft. Gleichzeitg erinnert die weiterbrennende Kontrolleuchte zur Bremslichtüberwachung den Fahrer daran, diesen Kreis durch einmaliges Betätigen der Bremse zu kontrollieren. Bei einwandfreier Funktion der Bremsleuchten verlöscht anschließend auch diese Kontrolleuchte. Ein Weiterbrennen der Leuchte weist auf Bremslichtausfall, defekten Bremslichtschalter oder eine Störung in den Zuleitungen hin. Wenn die Fahrzeugbeleuchtung eingeschaltet wird, kontrolliert das System selbsttätig die Funktion von Rückleuchten und Fahrlicht. Die Elektronik überwacht mit Hilfe von Reedrelais den Stromfluß der einzelnen Lampenkreise. Die Kontrollleuchten, die dem Fahrer einen Defekt in der Beleuchtungsanlage anzeigen, werden über Reedrelais direkt bzw. durch Transistoren geschaltet.

Aufgrund der Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Anlage und mit Rücksicht auf die Schaltungstechnik der Beleuchtungseinrichtungen im Fahrzeug arbeitet das System mit verschiedenen Reedrelais.

Das Jahr 1978 stellt einen Wendepunkt für die Einführung elektronischer Steuerungen in Kraftfahrzeugen dar. Obwohl die größere Anzahl der schon bestehenden Funktionen mit Analogschaltungen arbeitet, setzen sich Mikroprozessoren allmählich durch. Ob sie fähig sind, den Anforderungen im Auto gerecht zu werden, ist im wesentlichen ein Schnittstellenproblem. Die Aufstellung von Normen für die Zeitsteuerung, Zusammenschaltung und Protokollierung ist eine notwendige, wenn auch nicht die einzige Voraussetzung, damit periphere Bauelemente verschiedener Hersteller und Technologien entwickelt werden. In diesem Beitrag erörtert der Autor, Mitarbeiter der Firma National Semiconductor, einige Möglichkeiten zur Lösung dieses Problems und stellt das Konzept quasiintelligenter Peripherieeinheiten vor.

David K. Long

Management von Mikroprozessor-Schnittstellen in der Kraftfahrzeug-Elektronik

1. Teil

Mikroprozessor-Schnittstellen

Mit der Zeit gewinnen die Entwickler von Kraftfahrzeugsystemen mehr Vertrauen zum Mikroprozessor und übertragen ihm immer mehr Steuerungsaufgaben. Bald merken sie aber, daß es zunehmend schwierig wird, die zusätzlichen Funktionen in die begrenzte Kapazität des Systems hineinzuzwängen. Dann gilt das erste Parkinsonsche Gesetz, nämlich daß sich die Aufgabenstellung ausdehnt, bis sie die zur Verfügung stehende Zeit ausfüllt [1].

Wie läßt sich der Mikroprozessor erweitern, damit er die gestellten Ansprüche auf die rationellste und kostenwirksamste Weise erfüllen kann? Dieser Beitrag bietet einige Lösungen sowie eine Philosophie, die bei späteren Entwicklungen behilflich sein soll.

System-Organisation

Mikroprozessorsteuerungen unterscheiden sich in nur einer wesentlichen Hinsicht von industriellen Organisationen: Mikroprozessoren können keine spezialisierten Arbeitskräfte nur vorübergehend als Teilzeitbeschäftigte anstellen. Jeder zusätzliche Faktor auf der Mikroprozessor-Lohnliste muß imstande sein, sich voll einzusetzen. Infolgedessen werden den unzureichend ausgelasteten Mikroprozessoren auch niedrige Aufgaben zugeteilt, wie zum Beispiel das Zählen von Eingangsimpulsen oder die Taktsteuerung von Ausgängen.

Glücklicherweise erfolgt die funktionelle Erweiterung von Mikroprozessorsteuerungen für Kraftfahrzeuge in genügend großen Stufen, so daß spezialisierte „Vollzeitbeschäftigte" doch hinzugefügt werden können. Die Versuchung besteht aber, die Erweiterung so zu gestalten, daß die Zentraleinheit noch mehr niedrige Abläufe schneller abwickelt, was zu zwei kostspieligen Auswirkungen führt: Erstens steigt die Entwicklungszeit für die Software exponentiell mit der Annäherung an die maximale Kapazität. Zweitens kann man eine „Bruchgrenze" erreichen, nach der eine vollständige Umorganisation erforderlich wird.

In einigen Fällen wird ein zweiter Prozessor befürwortet, damit die beiden Teilsysteme sowohl die niedrigen als auch die rechnerischen Aufgaben teilen können. Dies läßt sich aber leicher sagen als realisieren! Die Algorithmen und Protokolle zur Steuerung von Mikroprozessorsystemen stellen die gleichen Probleme wie menschliche Beziehungen dar – und einige weitere dazu [2, 3]. Die zusätzlichen Kosten, die ein System im Sinne der Flexibilität verursacht, können sofort wieder vergütet werden, wenn die Umweltschutzbehörde zum erstenmal die Produktion stillegt. Denn was nützt eine Fertigungszeit von 24 Stunden bei einem Festspeicher, wenn man zehn Tage braucht, um das Programm neu zu schreiben?

Grundsätzlich besteht die Frage darin, ob man vertikal oder horizontal ausbauen soll. In der Industrie hängt die Antwort dazu im wesentlichen davon ab, wie viele Menschen auf jeder Ebene der Organisation eine Person wirksam überwachen kann und wie sich die Arbeit teilen läßt. Das sind also Funktionen der Intelligenz und der Informationsübermittlung [4].

Organisation eines Kraftfahrzeugs

Vor zehn Jahren wurde das Organisationsdiagramm nach *Bild 1* erstellt [5]. Dieses Diagramm erschien seither in abgeänderter und aktualisierter Form in zahlreichen Veröffentlichungen. Es war sein Zweck, auf die zu erwartende Richtung der Autoelektronik hinzuweisen. Es wurde erwartet, daß schließlich ein alleswissender und allessehender, zentraler Prozessor alle vorauszusehenden Funktionen übernehmen würde, die zuvor als getrennt arbeitende Moduln realisiert wurden.

Betrachtet man dies im Sinne einer Firmenorganisation, so wird deutlich, daß das größte Problem in der Informationsvermittlung liegt. Soll der Chef bei jeder Entscheidung „in der Schleife" sein, so muß er entweder erstaunlich schnell sein, oder einige Entscheidungen werden aufgeschoben. Die Übertragung von Zuständigkeiten ist also sehr naheliegend [6].

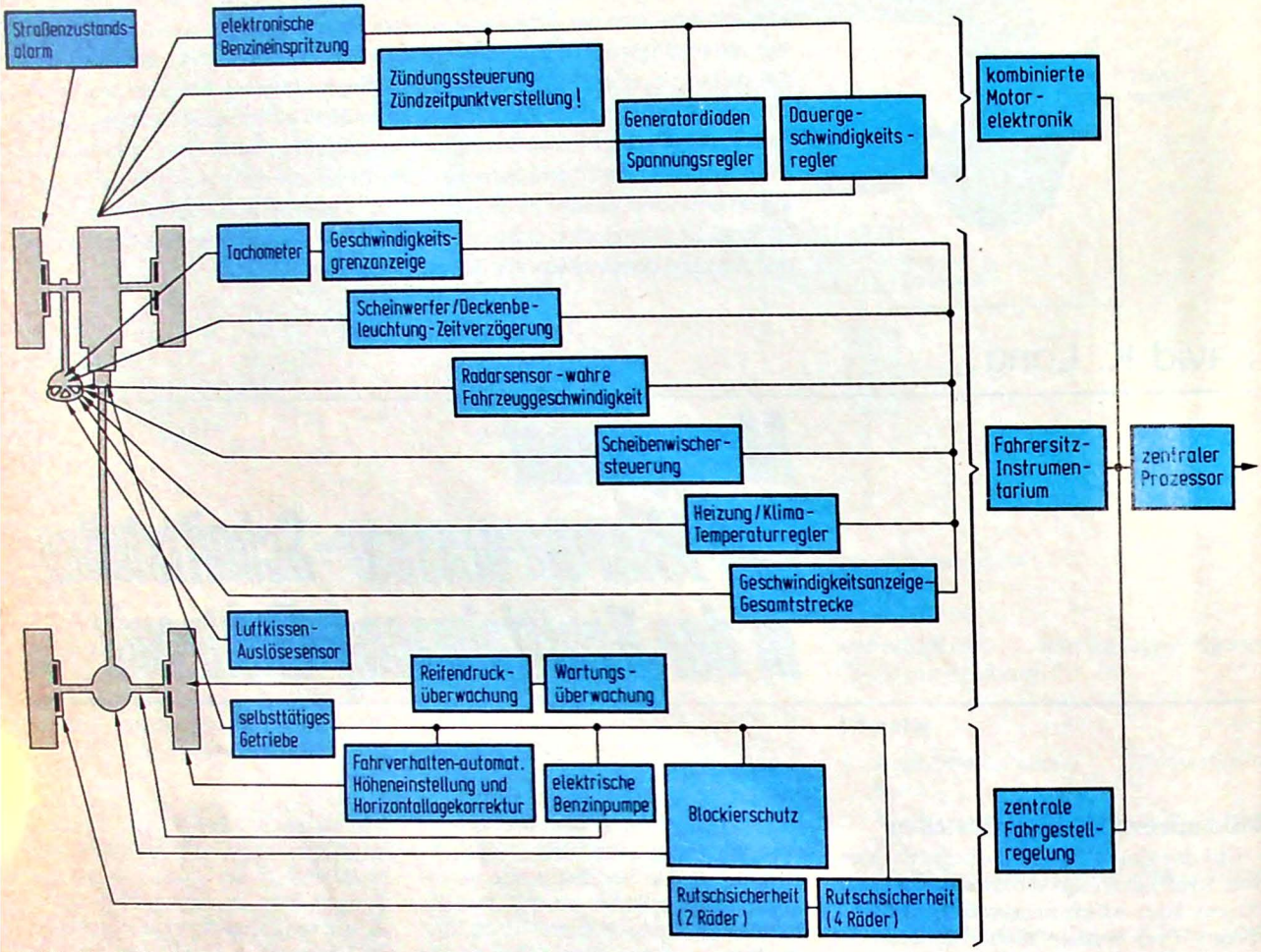


Bild 1. Fortschreitende Integration elektronischer Kraftfahrzeugsteuerungen, wie im Jahr 1967 projektiert. Ein einziger zentraler Prozessor wurde für die endgültige Lösung gehalten

Teilen wir das Kraftfahrzeug zunächst so auf:

- Motor und Antrieb,
- Fahrerinformation,
- Komfort,
- Unterhaltung,
- Kommunikation.

Jeder dieser Bereiche (Bild 2) wird einen eigenen Mikroprozessor besitzen, wie ein Geschäftsführer, der für seine eigene Tätigkeit und die eigene Organisation zuständig ist. Der Informationsfluß bzw. die Kommunikation zwischen diesen Bereichen ist begrenzt und weist feste Strukturen und Prioritäten auf [7].

Will der Bereich „Komfort" zum Beispiel die Motortemperatur wissen, kann er die Information anfordern. Die Informationsvermittlung wird die Anfrage weiterleiten und die entsprechenden Eingabe-/Ausgabe-Wege anschließen, damit die Daten vom Motorbereich abgerufen werden können. Fahrerkommandos sind als Bereich absichtlich weggelassen worden, weil sie in manchen Fällen mit den entsprechenden Bereichen direkt verdrahtet werden und in anderen Fällen einen Teil der „allgemeinen Kommunikation" darstellen.

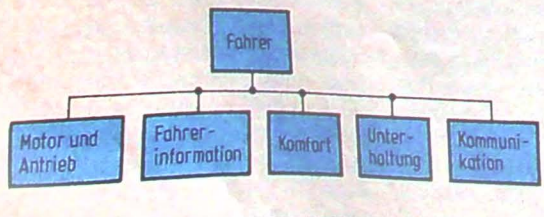


Bild 2. Elektronische Organisation des Kraftfahrzeugs. In dieser „horizontalen Organisation" besitzt jeder Bereich die Intelligenz, seine Aufgaben ohne oder mit nur geringer Überwachung abzuwikkeln. Alle Bereiche arbeiten nach Belieben des Fahrers

Ähnlich dem Bell-Fernsprechsystem ist der Kommunikationsbereich eine reine Dienstleistungsorganisation, die erst dann anspricht, wenn sie zur Vermittlung einer Nachricht auch aufgefordert wird. Die Hauptfunktion dieses Bereichs ist die Decodierung bzw. Codierung von Nachrichten, die über Draht-, Fiberoptik- oder Funkverbindung zu übertragen sind. In seiner Funktion als Gemeinschaftsleitung steht diesem Bereich das Hauptproblem bevor, sämtliche Nachrichten ohne Störungen und übermäßige Verzögerung zu übermitteln. Die Bauteile dieses Bereichs werden im ganzen Kraftfahrzeug verteilt sein.

Bereich Motor und Antrieb

Die Ziele dieses Bereichs sind die Erfüllung der für das Kraftfahrzeug geltenden Sicherheits- und Emissionsvorschriften, die Erreichung gewisser Wirtschaftlichkeitskriterien sowie –

innerhalb dieser Grenzen – eine Optimierung des Fahrverhaltens.

Die Strategie für das Erreichen dieser Ziele wird sich von Modell zu Modell sowie von Jahr zu Jahr ändern, aber immer in jedem Kraftfahrzeug in Form von Festwertspeichern unveränderlich einprogrammiert sein, ehe das Kraftfahrzeug ausgeliefert wird. Dies wird dadurch bestimmt, daß die Umweltschutzbehörde darauf besteht, die Emission über den gesamten Einstellbereich zu prüfen.

Da sämtliche Funktionen bereits festgelegt sind, ehe das Kraftfahrzeug die Fabrik verläßt, bleiben der Motorsteuerung nur Routineaufgaben. Der einzige Grund überhaupt für den Einsatz von Mikroprozessoren ist aber, daß sie flexibel sind; die Strategie läßt sich ändern, und innerhalb weniger Stunden sind die Kraftfahrzeuge, die vom Fließband kommen, für einen Betrieb gemäß den neuesten Anforderungen fertig programmiert. Eine solche Flexibilität hat jedoch ihren Preis: unbenutzte Speicherkapazität, mehr Gatter, mehr Bit, momentan überflüssiger Aufwand. Die Folgerung ist also, daß möglichst viele Funktionen normiert und Bauelemente zur Abwicklung dieser Funktion mit möglichst geringem Aufwand hergestellt werden sollen. Periphere Teile, die unabhängig entwickelt werden, werden nur anpassungsfähig sein, wenn sie gemäß einem einheitlichen Schnittstellenformat einschließlich der Anschlüsse, der Zeitsteuerung und der Befehlsstruktur konstruiert sind. Eine derartige Norm für Mikroprozessoren existiert noch nicht, obwohl entsprechende Bemühungen schon im Gange sind [8, 9].

Als Mikroprozessoren zum erstenmal im Auto eingeführt wurden, steuerten sie nur die Zündverstellung; ihre Anwendungen werden aber jetzt erweitert, um die Kraftstoffregelung, die Lufteinspritzung und andere Bereiche zu umfassen.

Verfahren mit analogen Schaltungen sind eindeutig in der Mehrzahl, und nur einer der angebotenen Mikroprozessoren bearbeitet mehr als eine Motorsteuerungsfunktion. Mikroprozessoren müssen einen erheblich größeren Anteil der Funktion übernehmen, wenn sie auf dem Markt überleben wollen. Damit auch die Erweiterung wirksam gehandhabt wird, muß die Struktur des Systems gleich vom Anfang an im Hinblick auf weiteren Ausbau gestaltet werden.

Im Mittelpunkt des Systems steht aber nicht der Mikroprozessor, sondern der Kommunikationsweg. Bei nur wenigen mikroprozessorgesteuerten Teilsystemen im Kraftfahrzeug lassen sich zunächst viele Kommunikationsaufgaben direkt abwickeln – Analog-Digital-Umsetzer können den Prozessor unterbrechen, damit die neuesten Daten in den Speicher geladen werden können, und der Prozessor könnte genügend Zeit zur Verfügung haben, um die Parameter für jede Zündung zu liefern. (In einigen Fällen kann der Mikroprozessor mit der Hilfe eines einzigen externen Komparators die Mehrzahl der Analog-Digital-Aufgaben ausführen.)

Indem aber das System wächst, so nimmt auch der Zeitaufwand auf der Kommunikationsleitung zu. Das bedeutet, daß mehr Daten, mehr Befehle und mehr Interrupts innerhalb der gleichen Zeit bearbeitet werden müssen.

Durch den direkten Speicherzugriff werden gewisse Teile der Peripherie Daten in den zentralen Speicher direkt einschreiben und einlesen können, solange der Prozessor mit internen Funktionen beschäftigt ist, die nicht über den Datenbus ablaufen [10]. Schließlich reicht aber diese Möglichkeit nicht mehr aus, und andere Methoden werden erforderlich. *Bild 3* zeigt das vorgeschlagene Konzept.

Die Funktion des Mikroprozessors beschränkt sich auf die Eingabe von Daten, deren Bearbeitung nach einer vorprogrammierten Strategie erfolgt, und auf die Ausgabe von Ergebnissen in Form von Parameterdaten, die dann durch die Peripherie bearbeitet werden. Anstelle von einem „Hansdampf in allen Gassen" wird die Zentraleinheit optimiert, um Arithmetik-, Tabellensuch- und Interpolationsaufgaben zu erledigen [11, 12].

Das Konzept ist an und für sich nichts Neues. Großrechnersysteme sind auf dieser Basis konstruiert worden, und die Mehrzahl industrieller Unternehmen arbeitet anhand einer ähnlichen Struktur. Die Terminologie ist absichtlich so gewählt worden, um dieses Verhältnis zu betonen. Das Neuartige an der Sache ist, daß eine solche Organisation auch bei der Motorsteuerung angewandt worden ist. Der Schlüssel zu der enormen Leistungsfähigkeit liegt darin, daß jeder Teilbereich genügend Intelligenz bzw. Speicherkapazität besitzt, um die zugeteilten Aufgaben zu lösen, ohne daß der zentrale Prozessor andauernd eingreifen muß. Schließlich wird der Prozessor auf die Rolle einer Datenverarbeitungszentrale verwiesen, die einfach die eingegebenen Daten aufnimmt, sie nach den vorprogrammierten Algorithmen bearbeitet und die Ergebnisse ausgibt [13].

Es werden zwei Kommunikationsverfahren verwendet: Erstens werden Meldungen, Daten oder Ergebnisse niedri-

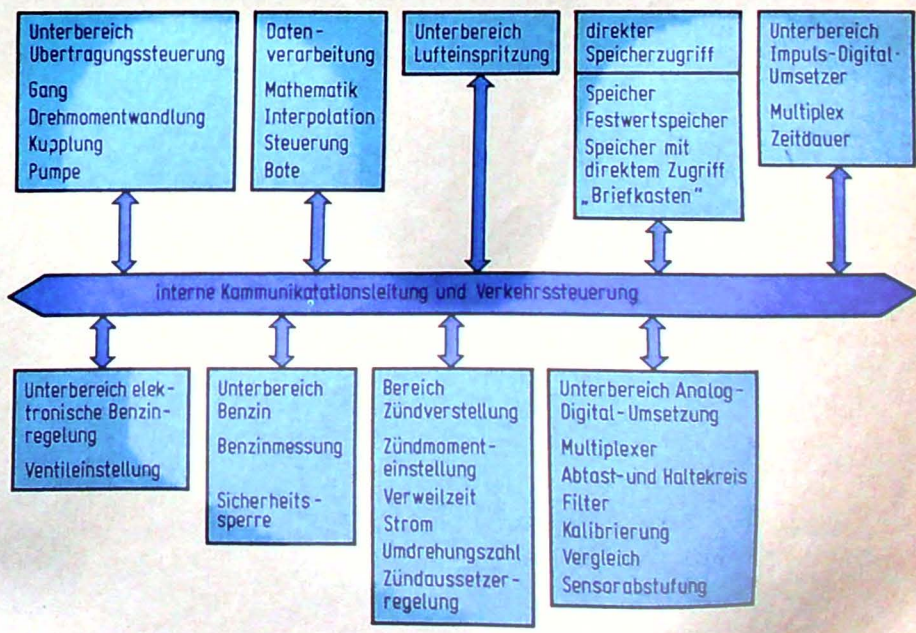


Bild 3. Organisation des Bereichs Motor und Antrieb. Spezialisierte Teilsysteme wickeln die Hauptaufgaben ab. Ihre Fähigkeit, miteinander zu arbeiten, resultiert aus der gegenseitigen Kommunikation. Der „Datenbus" wird also zum zentralen Glied. Je mehr Unterbereiche dazukommen, sinkt die verfügbare Buszeit, also müssen Unterbereiche immer selbständiger arbeiten

ger Priorität von dem Ursprungsbereich in den „Briefkasten" geworfen und von dem Bestimmungsbereich routinemäßig gesammelt. So läßt sich zum Beispiel die von dem Datenverarbeitungsbereich errechnete Umdrehungszahl „aufgeben", die dann später von dem Bereich Fahrerinformation abgeholt wird. Analog-Digital-Ergebnisse lassen sich asynchron in den Briefkasten laden, und zwar genau so schnell, wie der Analog-Digital-Umsetzer seine Eingänge durcharbeiten kann. Der Datenverarbeitungsbereich kann immer eine bestimmte Stelle abfragen, um die neuesten Daten zu erfahren.

Ein zweites Verfahren wird für dringende Meldungen angewandt. Die Zentraleinheit bzw. der Datenverarbeitungsbereich betreibt eine Art Eilbotendienst: In vorgegebenen Intervallen bzw. bei einem Interrupt (einer Unterbrechung) tastet oder fragt der Prozessor alle Bereiche in vorbestimmter Reihenfolge ab, um festzustellen, wer gerade den Interrupt verursachte. Dies funktioniert genau wie die Ruftaste in einem modernen Flugzeug: Die Stewardeß hört den Ruf, und, sobald sie Gelegenheit hat, geht sie den Gang entlang, bis sie den Sitzplatz findet, wo das Licht brennt. Dies nennt man Unterbrechung auf Abruf.

Bei größeren Systemen bzw. zur schnelleren Bestimmung des Rufenden benutzt man eine „eingewiesene Unterbrechung". Die Stewardeß hört den Ruf und schaut auf eine Tafel, die direkt die Sitzplatznummer anzeigt. Im Prozessor entspricht dies der Ausgabe einer Peripherieadresse nach dem Interrupt und einer direkten Abfrage des „Verursachers". Jeder Kurbelwellen-Führungsimpuls, der zum Beispiel durch den Bereich Zündverstellung empfangen wird, könnte den Prozessor darauf aufmerksam machen, daß neue Daten über die Umdrehungszahl vorliegen und deswegen neue Zündeinstellinformationen angefordert werden. Eine genauere Betrachtung dieses Bereichs zeigt, wie Kommunikation und Steuerung gehandhabt werden.

Bereich Zündverstellung

Dieser Bereich, wie viele der anderen auch, eigent sich für ein einziges monolithisches LSI-Bauelement wie das in *Bild 4* dargestellte, das zur Zündverstellung in Zusammenhang mit den anderen Bauteilen auch in *Bild 5* gezeigt ist.

Das Kernstück der Schaltung bilden ein 16-bit-Zähler, zwei Komparatoren und drei Register. Der Zähler zählt die eingegebenen Taktimpulse, solange er freigegeben ist (in diesem Fall kontinuierlich). Mit jedem Führungsimpuls vom Kurbelwellensensor werden drei Vorgänge ausgelöst:

1. Das Flag (im Prinzip ein Flipflop) F1 wird gesetzt, um den Prozessor darauf hinzuweisen, daß neue Daten zur Verfügung stehen.

2. Der Inhalt des Zähler wird in das Register A übertragen.

3. Der Zähler wird auf Null gesetzt.

Durch die feste Verdrahtung dieser Funktionen lassen sie sich innerhalb weniger Taktzyklen konstanter Anzahl vollziehen. Dadurch wird eine größere Zeitgenauigkeit ermöglicht als bei Systemen, die ein zentrales Zeitglied verwenden, welches einen Prozessorinterrupt ohne definierte Verzögerung des Unterbrechungsdienstprogramms (interrupt service routine) verursacht.

Während der Zähler den nächsten Zyklus taktet, wird sein Inhalt fortdauernd mit dem Inhalt der Register B und C verglichen. Bei Gleichheit wird das entsprechende Flag gesetzt. Bild 5 zeigt die Schaltung in einer Anordnung für die Zündverstellung. F2 schaltet eine Treiberstufe ein, die Zündspulenstrom fließen läßt (Start der Verweilzeit), und stellt gleichzeitig F3 zurück. Dies erfolgt bei t = (B). Später im Zyklus (oder sogar zu Beginn des nächsten Zyklus) wird t = (C) und F3 gesetzt. Dadurch wird F2 rückgesetzt und der Zündspulenstrom unterbrochen, was zu einer Zündung führt.

Wenn der Mikroprozessor Flags abfragt und den Inhalt des Registers A ausliest, wird F1 automatisch rückgesetzt. Durch geeignete Lese- und Schreibanweisung lassen sich die Daten über einen normierten 8-bit-Bus von der Zündverstellungssteuerung ein- und auslesen. Die Betriebsarten lassen sich entweder wie dargestellt setzen, d. h. durch die Verbindung der Betriebsartleitungen mit Adresssenleitungen über einen decodierten Chip-Freigabeimpuls, oder durch das Laden eines Betriebsart- und Zustandsleitwortes vor den Datenworten.

Neue Werte für die Start- und Stop-Register B und C werden erst eingegeben, nachdem der Prozessor sämtliche neuen Daten aufgenommen und die neuen Parameter errechnet hat. Sobald die Register B und C programmiert sind, kann die Schaltung ohne weitere Eingriffe seitens des Prozessors funktionieren. Dies geschieht natürlich nur dann zufriedenstellend, wenn die Umdrehungszahl des Motors verhältnismäßig konstant bleibt. Dieses quais-intelligente Peripheriebauteil führt weiterhin die zuletzt zugewiesene Aufgabe aus, bis ihm etwas anderes befohlen wird. *(Schluß folgt)*

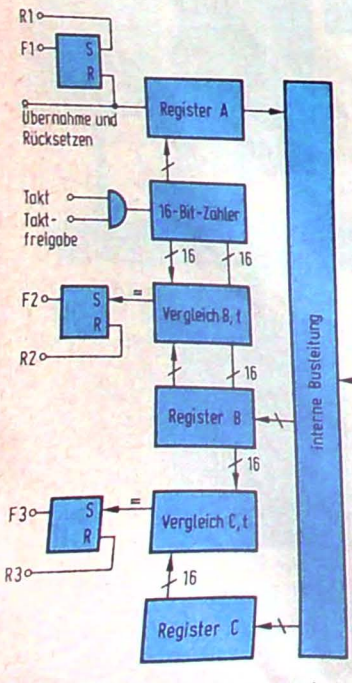


Bild 4. Zündverstellung als LSI-Anordnung

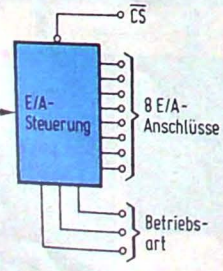
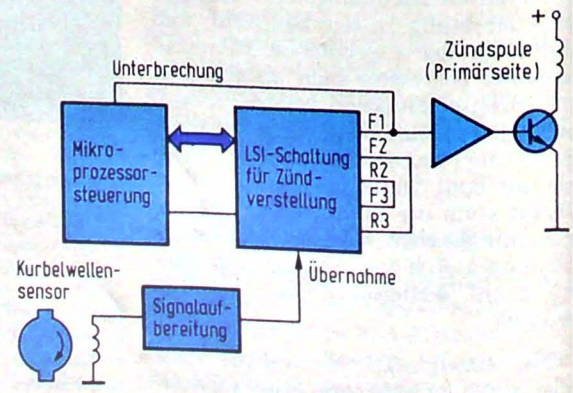


Bild 5. ▶ Grundschaltung für die Zündverstellung mit der LSI-Schaltung nach Bild 4, die eine programmierte Zündeinstellung und Verweilzeit ermöglicht



Trotz der heißen Diskussionen über Art, Zeitpunkt und Umfang des Elektronikeinsatzes im Automobil sind fast alle Fachleute einhellig der Meinung, daß die Erfüllung der kommenden Benzinverbrauchs- und Abgasforderungen langfristig nur mit einer komplexen elektronischen Motorsteuerung zu erreichen ist [1, 2]. Bereits jetzt befinden sich in USA Mikrocomputerlösungen zur Zündfunkensteuerung im Serieneinsatz [1, 3]. Die eigens hierfür entwickelten „Spezial"-Mikroprozessoren besitzen eine 2-, 8-, 10- oder 12-bit Verarbeitungsbreite, um die hohen Echtzeitanforderungen zu erfüllen.

Ing. (grad.) Horst Huse

Mikrocomputer in komplexen Automobilanwendungen

Die nachfolgend beschriebenen Lösungsansätze, aus der Sicht des Halbleiterherstellers Texas Instruments für komplexe Automobilanwendungen basieren auf einem „Standard"-Ein-Chip-Mikrocomputer der 3. Generation. 16 bit Verarbeitungsbreite, leistungsfähige Einzelbefehle für Multiplikation/Division und eine Kombination von Standard-Mikrocomputer und kundenspezifischem Ein-/Ausgabebaustein sind hier der Schlüssel zur Lösung der schwierigen Einsatzprobleme.

Die Steigerungen der Komplexität von Halbleiterschaltungen erlauben die kostengünstige Erstellung immer leistungsfähigerer Mikrocomputer auf einem Halbleiterkristall. Mikrocomputer (µC) deshalb, weil Mikroprozessor (µP), Programm- und Datenspeicher sowie Ein-/Ausgabe in einem Gehäuse vereinigt sind. Der gegenwärtige Stand der Technik gestattet bereits die Integration eines 16-bit-µCs mit 16-kbit-ROM/EPROM und 128-Byte-RAM-Speicher, wie noch am Beispiel des TMS 9940 (*Bild 1*) gezeigt wird. Diese 16-bit-Computerleistung ist der Schlüssel zur Realisierung komplexer Motorsteuerungen, wie Benzineinspritzung [4] mit Zündzeitpunktsteuerung [5, 6], oder Steuerung eines automatischen Getriebes sowie Antiblockierschutz für LKW/PKW-Bremssysteme.

µC für Automobileinsatz

Der TMS 9940 von Texas Instruments ist speziell für den höheren Temperaturbereich (min –40° bis +85 °C) von Automobilanwendungen ausgelegt. Diese erhöhten Anforderungen müssen bei der verwendeten NMOS-Silicon-Gate-Technologie bereits bei dem Entwurf der Transistorgeometrien berücksichtigt werden, um wirtschaftliche Ausbeuten sicher zu gewährleisten. Wesentliche Eigenschaft dieses 16-bit-Ein-Chip-Mikrocomputers ist die Softwarekompatibilität zu den 9900-Mikroprozessoren [7]. Der TMS 9940 verfügt deshalb über die gleiche leistungsfähige Speicher-zu-Speicher-Architektur und das gleiche Arbeitsregisterkonzept mit 16 allgemeinen Registern.

Merkmal der Registerstruktur ist, daß der bei anderen Mikroprozessoren übliche Akkumulator fehlt und durch 16 allgemeine Register (alle verwendbar als Daten-, Adreß- oder Indexregister) ersetzt wird. Als Kennzeichen der Speicher-zu-Speicher-Architektur ist die Möglichkeit der Zweiadreßmaschine zu nennen, mit einem Befehl zwei Operanden aus dem Speicher zu holen, zu verarbeiten und wieder im Speicher abzulegen.

Interne Struktur des TMS 9940

Das interne Blockdiagramm des TMS 9940 mit dem 16-bit-Mikroprozessor, dem 16-kbit-Programmspeicher, 128-Byte-Datenspeicher und der 32-bit-Ein-/Ausgabe zeigt *Bild 2*.

Der 16-bit-Mikroprozessor enthält die Ablaufsteuerung und den ca. 4000-bit-Mikroprogrammspeicher, in dem die 68 Maschinenbefehle realisiert sind. Außerdem die ALU, die Hardwareregister (PC, WP und ST) sowie einige temporäre Register für Operandenzwischenspeicherung. Obwohl die CPU intern nur 8 bit parallel verarbeitet, ist der volle 16-bit-Befehlssatz der 9900-Mikroprozessoren realisiert. Die interne Pipeline-Struktur für 16-bit-Daten und -Adressen ermöglicht jedoch einen ähnlich hohen Datendurchsatz wie ihn z. B. der TMS 9900 aufweist, der eine 16 bit parallele ALU besitzt.

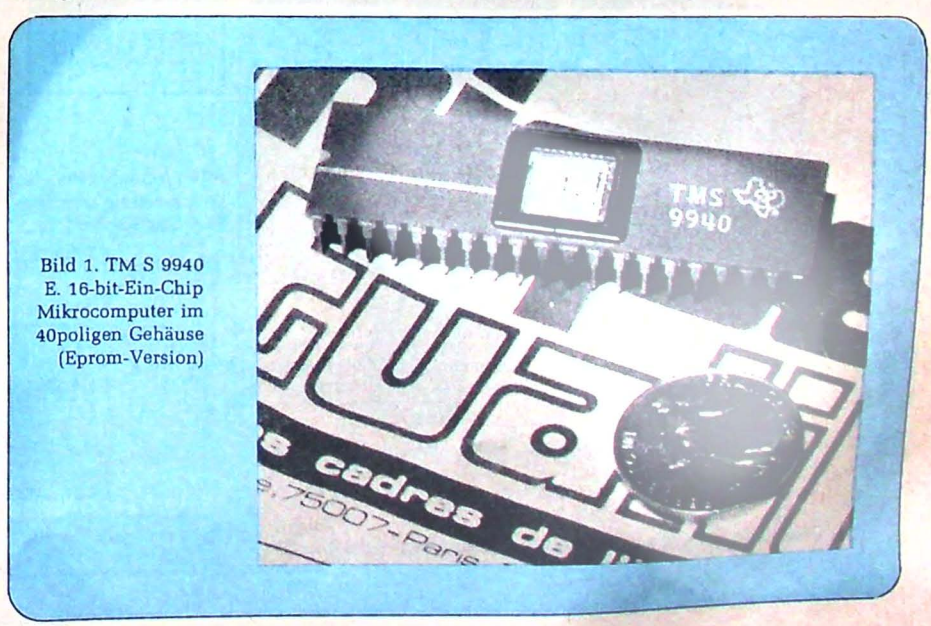


Bild 1. TM S 9940 E. 16-bit-Ein-Chip Mikrocomputer im 40poligen Gehäuse (Eprom-Version)

Die 16 allgemeinen Arbeitsregister (Softwareregister à 16 bit) befinden sich wie bei allen 9900-Mikroprozessoren im Datenspeicher. Die Adresse des Registers 0 wird durch den Arbeitsbereichszeiger (WP-Register) in der CPU definiert (siehe *Bild 3*). Somit ergeben sich im 128-Byte-Datenspeicher vier nicht überlappende Arbeitsbereiche.

Beim TMS 9940 wird der Vorteil dieses sogenannten Arbeitsbereichskonzeptes (Softwareregister im Speicher anstelle von Hardwareregistern) besonders deutlich, da der Datenspeicher und die CPU sich auf einem Kristall befinden. Bezogen auf die erreichbare Verarbeitungsgeschwindigkeit von Hardwareregistern besteht also kein Unterschied mehr. Als Resultat sind beim TMS 9940 Registeradditionszeiten von nur 2,8 µs (8-bit-Addition) und Programmumschaltzeiten (z. B. bei Interrupt) von nur 6,4 µs erreicht worden. Die Programmumschaltzeit schließt die automatische Abspeicherung der Hardwareregister (PC, WP und ST) ein. Weiterer Programmieraufwand ist nicht notwendig, da jede Interruptebene einen eigenen Arbeitsbereich im Datenspeicher besitzt.

Der TMS 9940 hat vier externe Interruptmöglichkeiten. Die höchste Priorität ist der Rücksetzfunktion (RESET) zugeordnet. Die drei verbleibenden Interrupts sind per Software maskierbar und hardwaregemäß drei Eingangsleitungen uncodiert zugeordnet. Der Inhalt der Startvektoren (PC- und WP-Registerinhalt) ist im Programmspeicher (Adressen 0000_{16} bis $000F_{16}$) für jede Interruptebene frei wählbar.

Der 2-kByte-(16384 bit) Programmspeicher (Adresse 0000_{16} bis $07FF_{16}$) ist beim TMS 9940 E als EPROM-Speicher und beim TMS 9940 M als Masken-ROM ausgeführt. Auf diese Weise wird eine reibungslose und schnelle Prototypenerprobung oder Vorserienproduktion mit der EPROM-Version möglich. Für die Serienproduktion kann, wenn das erstellte Programm eingehend erprobt ist, auf die kostengünstigere ROM-Version übergeleitet werden. Eine externe Erweiterung des Programm/Datenspeichers des TMS 9940 ist nicht vorgesehen, da die softwarekompatiblen Mikroprozessoren TMS 9900/TMS 9981 für Mehr-Chip-Lösungen bereits vorhanden sind.

Sonderfunktionen der Hardware

Als besondere Hardwareeinrichtungen enthält der TMS 9940 folgende zusätzliche Funktionen:

- 32 bit bidirektionale Ein-/Ausgabe
- 16-bit-Flagregister (Merkerregister)
- 14-bit-Zeitgeber/Ereigniszähler
- Multiprozessor-Systeminterface (MPSI)
- Power-Down-Betrieb

Alle diese Funktionen sind über eine bitorientierte programmierbare Ein-/Ausgabeschnittstelle [8] per Software steuerbar.

Ein-/Ausgabemöglichkeiten

Von den 40 Anschlüssen des Gehäuses sind 32 als bidirektionale Ein-/Ausgabe ausgeführt. Jedes der 32 1-bit-E/A-Ports ist einzeln oder in Gruppen wahlweise als Ein- oder Ausgang programmierbar. Eine feste Gruppenstruktur wie bei anderen Mikrocomputern ist nicht vorhanden (z. B. vier 8-bit-Port). Die Steuerung jedes einzelnen 1-bit-Ports (Setzen, Löschen bei der Ausgabe, oder Testen bei Eingabe) ist durch Einzelbefehle des TMS 9940-Befehlssatzes gegeben. Für das Lesen (Eingabe) oder Schreiben (Ausgabe) der Ein-/Ausgabe in bzw. aus dem Datenspeicher ist ein Format von 1 bis 16 bit pro Befehl definierbar.

18 der 32 Ein-/Ausgabeleitungen haben in Abhängigkeit von der programmierten Betriebsart unterschiedliche Funktionen. Dies führt zu einer sehr guten Ausnutzung der begrenzten Anzahl von Ein-/Ausgängen und läßt eine einfache Anpassung an unterschiedliche Systemkonfigurationen zu. Als Funktion der E/A-Leitungen kann programmiert werden:

- 256 bit Ein-/Ausgabeerweiterung (11 Leitungen), z. B. zum Anschluß der

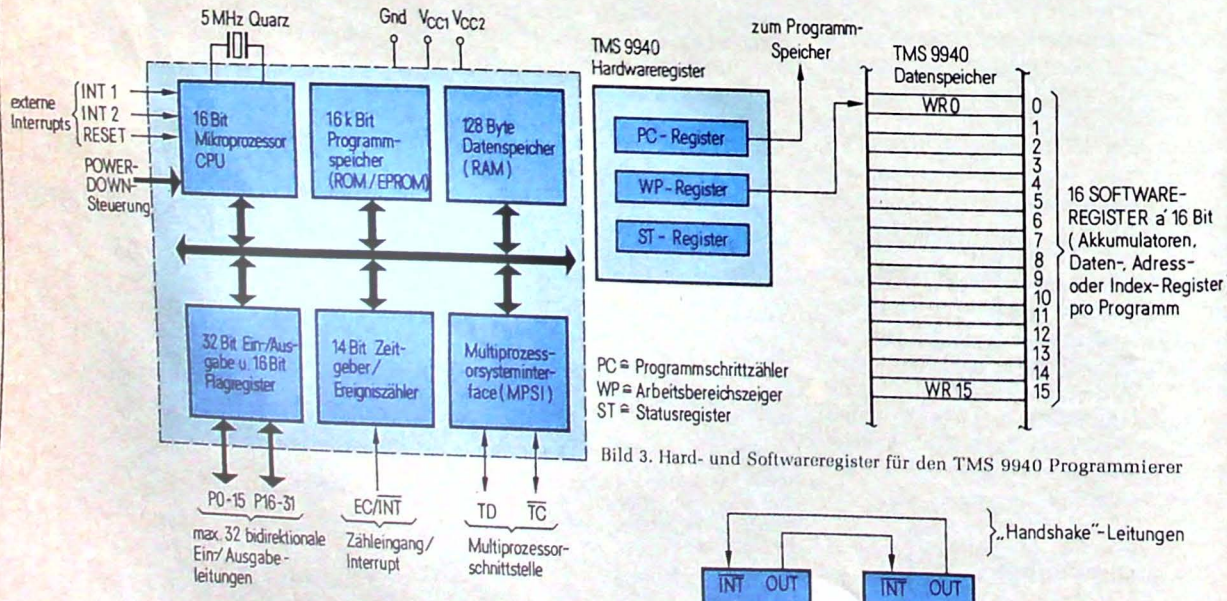


Bild 3. Hard- und Softwareregister für den TMS 9940 Programmierer

Bild 2. Internes Blockschaltbild des Ein-Chip-Mikrocomputers TMS 9940

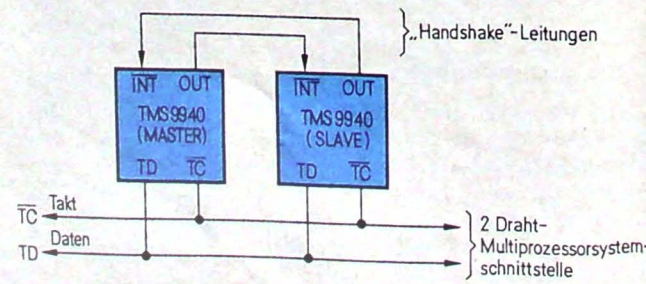


Bild 4. ▶ Kopplung von zwei TMS 9940 über das Multiprozessor-Systeminterface (Master/Slave-System)

Standard-LSI-Bausteine TMS 9901/ 9902,
- externe Taktsynchronisation (1 Leitung),
- Power-Down-Betrieb (3 Leitungen) und
- Multiprozessorsysteminterface (2 Leitungen).

Bemerkenswert ist, daß für die 256-bit-Ein-/Ausgabeerweiterung nur 11 der 32 E/A-Leitungen verloren gehen. Dies ist auf die bitorientierte Schnittstelle der 9900-Mikroprozessoren zurückzuführen, welche nur 3 Steuerleitungen für den Datenaustausch benötigen.

Flag- bzw. Merkregister

Das interne Flagregister von 16 bit dient zum Setzen, Löschen oder Testen von Merkerbits und ist deshalb als Schreib-/Leseregister ausgeführt. Alle Merkerbits werden über die E/A-Befehle angesteuert (Adresse $01B0_{16}$ bis $01BF_{16}$) und können z. B. zur Synchronisation von Haupt- und Interruptprogrammen verwendet werden.

Zeitgeber und Ereigniszähler

Der 14-bit-Dekrementierer des TMS 9940 ist wahlweise durch den internen Systemtakt ($f_{osz} \cdot {}^1/_{15}$) oder eine externe Taktquelle ansteuerbar (f_{max} = 333 kHz). Die automatische Wiederstarteinrichtung lädt den Dekrementierer nach Erreichung der Nullstellung mit dem einmal programmierten Wert (1 bis 2^{14}) und läßt so jedes beliebige Teilerverhältnis zu. Beim Nullübergang wird ein Interruptsignal (dritthöchste Priorität) erzeugt und gespeichert. Die Leseeinrichtung des Dekrementierers gestattet die Funktion des Ereigniszählers durch Subtraktion des Stop- vom Startinhalt im Programmablauf. Mit einem Fehler < 0,5 % lassen sich so Impulsperiodenmessungen bis ca. 1 kHz durchführen.

Power-Down-Betrieb

Die mittlere Verlustleistung von typ. 750 mW (ohne Peripherie) des TMS 9940 reduziert sich im sogenannten „Power-Down"- oder auch „Standby"-Betrieb auf typ. 50 mW. Im Power-Down-Betrieb ist durch eine getrennte Spannungsversorgungsleitung (V_{CC1}) der Informationserhalt des internen Datenspeichers, Dekrementierers und des Flagregisters sichergestellt. Durch die Ausführung eines IDLE-Befehls wird die IDLE-Leitung aktiviert und kann durch eine externe Logik die Versorgungsspannung V_{CC2} abschalten. Der TMS 9940 bleibt dann solange im Power-Down-Zustand, bis ein externer Interrupt auftritt. Die IDLE-Leitung wird dann deaktiviert und das zugehörige Interruptprogramm gestartet. Kurzzeitige Spannungseinbrüche können mittels dieser Betriebsart überbrückt oder die Gesamtverlustleistung im interaktiven Betrieb reduziert werden.

Multiprozessorsysteminterface (MPSI)

Das MPSI ist ein schnelles Zweidraht-Übertragungssystem (Takt/Daten) zur Kopplung von zwei oder mehreren TMS 9940 in einem Master-Slave-System. *Bild 4* zeigt die notwendigen Verbindungen. Als Übertragungsprozedur ist definiert, daß das MPSI grundsätzlich solange auf Empfang geschaltet ist (vom Befehlsablauf unabhängiger Empfang), bis die CPU etwas in das 16-bit-MPSI-Senderegister lädt. Diese Daten werden dann mit 1,25 Mbit/s (f_{osz} = 5 MHz) gesendet und danach auf Empfang zurückgeschaltet. Die „Handshake"-Steuerung erfolgt über einen Interrupteingang bzw. Datenausgang der 32 E/A-Leitungen.

Die Erweiterung auf mehreren TMS 9940 Slave-µCs erfolgt durch „Wired-OR" der Daten- und Taktleitung (TD/$\overline{TC}$) und Einführung zusätzlicher „Handshake"-Leitungen. Die Übertragungsprozedur und Fehlersicherung ist jeweils der Software von Master und Slave überlassen und kann daher mit beliebig viel Redundanz zur Erhöhung der Systemsicherheit ausgestattet werden. Die Übertragung und Ausführung von Testroutinen in einem Multiprozessorsystem ist ein wichtiges Leistungsmerkmal zur Funktionsüberwachung in Automobilanwendungen mit hohen Sicherheitsanforderungen (siehe *Bild 5*).

Echtzeitverarbeitungsmerkmale

Die Möglichkeit eines µCs, weitgehend alle externen Ereignisse in der Reihenfolge ihres Auftretens direkt zu verarbeiten, ist für den Einsatz in komplexen Automobilanwendungen von großer Bedeutung. Entscheidende Faktoren für diese Echtzeitverarbeitungsmöglichkeiten sind:

- Geschwindigkeit und Struktur des Interruptsystems,

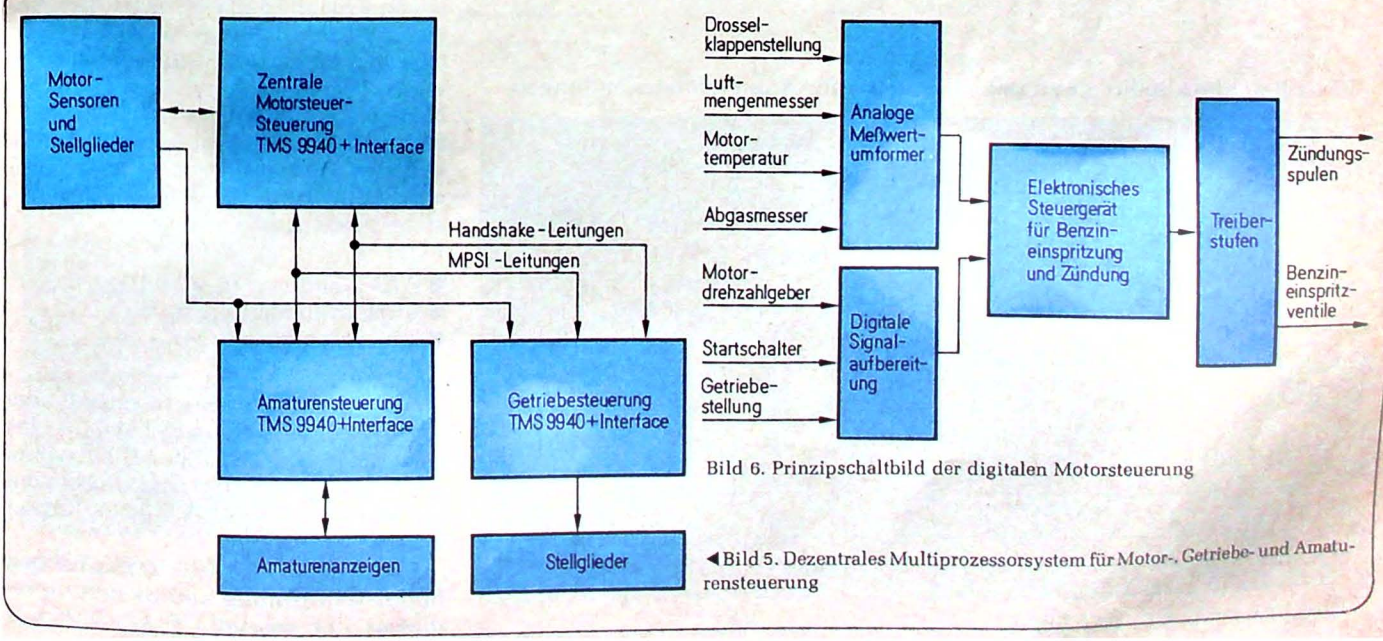


Bild 6. Prinzipschaltbild der digitalen Motorsteuerung

◀ Bild 5. Dezentrales Multiprozessorsystem für Motor-, Getriebe- und Amaturensteuerung

- Systemtaktfrequenz und
- Leistungsfähigkeit des Befehlssatzes.

Alle Faktoren bestimmen letztlich den Datendurchsatz bzw. die Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Wie schon beschrieben, hat das Interruptsystem des TMS 9940 die extrem kurze Programmumschaltzeit von 6,4 µs und erfordert praktisch keinen Organisationsaufwand in der Software (Umspeicherung von Registern usw.). Deshalb kann auf externe Interruptanforderungen schnell reagiert und Verarbeitungsprogramme gestartet werden (Theoretisch bis zu 60 000 Programmstarts pro Sekunde mit einer Programmlänge von 1 Befehl, wie z. B. Addiere Unmittelbar).

Der Befehlssatz des TMS 9940 weist 68 leistungsfähige Maschinenbefehle auf, die 1 bit, 8 bit oder 16 bit parallel verarbeiten. Für die Lösung der meist komplizierten Regelgleichungen (z. B. Berechnung der Einspritzzeit aus dem Luftstrom und der Drehzahl) sind die vorhandenen Einzelbefehle für 16 x 16-bit-Multiplikation (32 bit Ergebnis) und 32 : 16-bit-Division (16 bit Ergebnis und 16 bit Rest) absolut erforderlich. Die Multiplikation, da im Mikroprogramm realisiert, benötigt max. 36 µs und die Division max. 48,8 µs. Ausgehend von meist nur 8...10 bit langen Meßgrößen sind die 32 bit Auflösung fast immer ausreichend.

Die sehr häufig erforderliche Linearisierung von Sensor- oder Regelkennlinien wird durch die vorhandene Indexierungsmöglichkeit bei mehr als 30 Befehlen und die 15 möglichen Indexregister problemlos. Weitere Besonderheiten des Befehlssatzes sind:

- Zweiadreßbefehle für Byte/Wortoperationen wie Addition, Subtraktion, Vergleich, Transport und logisches UND/ODER mit jeweils fünf wählbaren Adressierungsarten *pro* Operand,
- 13 relative bedingte und unbedingte Sprungbefehle (–127 bis +128 Worte Sprungbereich),
- arithmetische und logische Schiebebefehle (1...16 bit pro Befehl) und
- Einzelbefehle für E/A – bit setzen, löschen oder testen sowie E/A-Transport mit 1 bis 16 bit pro Befehl.

Bei der Ermittlung der durchschnittlichen Befehlsausführungszeit kann man bei Automobilanwendungen von einer durchschnittlichen Verteilung der Befehlsarten ausgehen, wie sie die *Tabelle* zeigt. Im Verhältnis zu anderen Anwendungen ist der Anteil der arithmetischen und Bitoperation relativ hoch. Dies trifft ebenfalls auf die Anzahl der Multiplikationen und Divisionen zu.

Der erreichbare Datendurchsatz liegt bei der Befehlsverteilung nach der Tabelle bei max. 173 000 und min. 91 000 Befehlen pro Sekunde. Als Durchschnittswert sind 120 000 Befehle/s ein guter Anhaltspunkt bei groben Zeitabschätzungen. Dies heißt, daß z. B. bei der zyklischen Berechnung der Benzineinspritzzeit und des Zündzeitpunktes einer Motorsteuerung alle 6 ms (entspricht 10 000 U/min) typisch 7200 Befehle ablaufen können.

Motorsteuerung mit µC

Elektronische Steuergeräte für die digitale Motorsteuerung (siehe *Bild 6*) erfordern die digitale Aufbereitung der analogen Eingangssignale von den Sensoren für die Drosselklappenstellung, der angesaugten Luftmenge, der Motortemperatur und der Abgassonde (λ-Sonde). Zur Meßwertumwandlung dieser analogen Eingangsvariablen sind Analog-Digitalwandler mit 8...10 bit Auflösung erforderlich. Die digital vorhandenen Eingangssignale, wie Motordrehzahl, Startschalter oder Getriebestellung, müssen für eine störungsfreie Verarbeitung durch das Steuergerät aufbereitet werden.

Ausgangsseitig dienen Treiberstufen zur Ansteuerung der Stellglieder, wie Zündspulen und Benzineinspritzventile.

Das Steuergerät übernimmt die Berechnung des optimalen Zündzeitpunktes und der optimalen Kraftstoffmenge unter Berücksichtigung der Regelkennlinien und Eingangsgrößen. Die Realisierung des Steuergerätes kann derzeit durch 2...3 kundenspezifische LSI-Schaltungen wirtschaftlich realisiert werden. Diese kundenorientierte Lösung ist zwar technisch optimal auf die spezifische Anwendung abgestimmt, hat aber den großen Nachteil, daß Änderungen meist nur mit sehr hohem Aufwand durchgeführt werden können.

Eine wesentlich flexiblere Lösung stellt dagegen ein System mit einem kundenspezifischen Mikrocomputer und 1...2 kundenspezifischen Schaltkreisen dar (siehe *Bild 7*). Steht ein Standard-Mikrocomputer mit ausreichender Leistungsfähigkeit zur Verfügung, bleibt der Entwicklungsaufwand nur auf 1...2 Spezial-IS beschränkt.

Ein weiterer Vorteil der Standard-µC-Lösung ist die Entwicklung dieser Bausteine zu immer größeren Speicherkapazitäten. So ist z. B. die TMS 9940-Architektur so ausgelegt worden, daß der volle Adreßbereich von 64 kByte ohne Änderung der Software auf einem Kristall integrierbar ist. Der Anwender kann daher an den Komplexitätssteigerungen der Halbleitertechnologien (Vervierfachung alle 2...3 Jahre) bei späteren Systemerweiterungen einfach teilhaben. Die typischen Funktionen des Spezial-E/A-Schaltkreises für den Standard-µC sind bei der Motorsteuerungsaufgabe:

- A/D-Wandlung (8–10 bit),
- Impulsverarbeitung und
- Impulssteuerung.

Als wirtschaftlich integrierfähige A/D-Wandlungsmethode hat sich das Dual-Slope-Verfahren bewährt, wobei die erzielbaren Umwandlungszeiten von etwa 1 ms (8 Bit Auflösung) meist ausreichend sind.

Speziell bei der sehr zeitkritischen Impulsverarbeitung und Steuerung reduziert der spezielle E/A-Schaltkreis

Typische Befehlsverteilung und Datendurchsatz für Automobilanwendungen

Befehlsart	% Mix	TMS 9940 Taktzyklen		Taktzyklen gewichtet		Datendurchsatz 1000 Befehle/s	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
Transport	40	8	24	320	960	312,5	104,2
Sprünge	25	6	6	150	150	416,6	416,6
Vergleiche	4	10	36	40	144	250,0	69,5
Arithmetik	6	10	36	60	216	250,0	69,5
MUL/DIV	8	82	114	656	912	30,5	21,9
Logisch	5	12	20	60	100	208,3	125,0
Schiebe	3	14	46	42	138	178,6	54,3
Bit	7	8	8	56	56	312,5	312,5
andere	2	10	36	20	72	250,0	69,5
Gesamt				1446	2748	172,9	90,9
Durchschnitt				2097		119,2	

1 Taktzyklus = 400 ns (f_{osz} = 5 MHz)

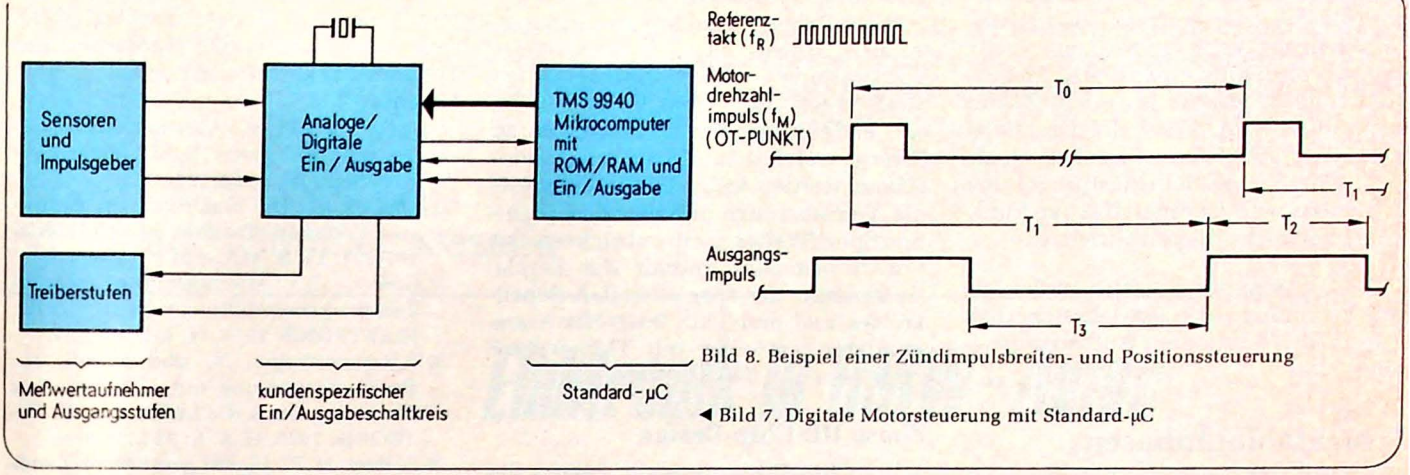


Bild 8. Beispiel einer Zündimpulsbreiten- und Positionssteuerung

◄ Bild 7. Digitale Motorsteuerung mit Standard-µC

den Programm- und Zeitaufwand des µC auf eine sinnvolle Größe. Synchronisationspunkt für die Impulsverarbeitung und Steuerung ist die Motordrehzahl (OT-Punkt).

In Abhängigkeit vom OT-Punkt und mit Hilfe der aus dem Systemtakt abgeleiteten Zeitbasis, kann eine Impulsperiodenmessung (Drehzahl) und Impulsbreiten-, Positions- und Periodensteuerung vorgenommen werden.

Bild 8 zeigt als typisches Beispiel die Steuerung des Zündimpulses durch die Perioden T 1 (Verstellwinkel zum OT-Punkt) und T 2 (Zündimpulsbreite). Die Impulsperiode ist durch die Summe von T 1 + T 2 oder T 2 + T 3 zu bilden. Bei entsprechender Auslegung des speziellen E/A-Schaltkreises kann so ein Drehzahlbereich von 0 bis 10 000 U/min bei einer Winkelauflösung von $<1{,}4°$ mit vertretbarem Aufwand erreicht werden [9].

Ein weiterer sehr wichtiger Gesichtspunkt ist die Integration einer „Not-

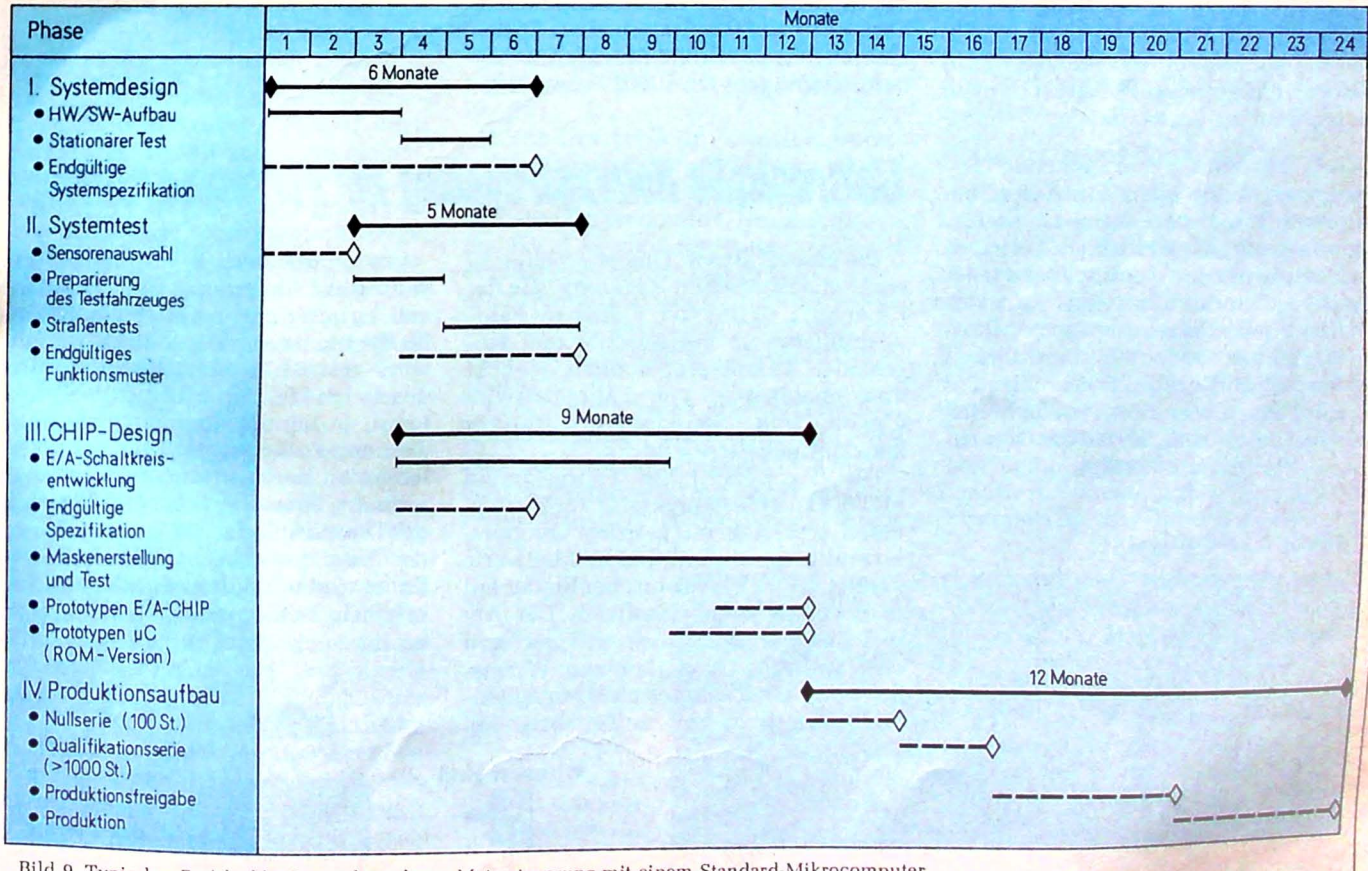


Bild 9. Typischer Projektablauf einer komplexen Motorsteuerung mit einem Standard-Mikrocomputer

schaltung", welche bei Ausfall des µCs den Motorbetrieb aufrecht hält. Diese Notschaltung kann so ausgelegt sein, daß sie vor Beginn eines neuen Meßzyklus vom µC jeweils für einen Zyklus deaktiviert wird. Wird die Deaktivierung als Ergebnis eines erfolgreich abgelaufenen µC-Selbsttestprogramms vorgenommen, ist eine effektive Funktionsüberwachung gewährleistet.

Die Notschaltung sollte außerdem zur Erhöhung der Betriebssicherheit [10] einen redundanten Aufbau aufweisen.

Projektablaufphasen

Ausgehend von einer Systemlösung TMS 9940 mit spezieller E/A-Schaltung werden nachfolgend die vier verschiedenen Phasen eines typischen Projektablaufes beschrieben.

Wie bei jeder komplexen Anwendung ist die Systemspezifikation, mit einer genauen Definition der Systemfunktionen, Ein- und Ausgabe, Regelalgorithmen, Systemleistung und den Betriebsbedingungen eines der wichtigsten Elemente für eine erfolgreiche Projektabwicklung. Trotz der Tatsache, daß die Systemspezifikation meist während des Projektablaufes mehrmals geändert werden muß, sind größte Sorgfalt in der Ausführung und genaue Voruntersuchungen das einzige Mittel spätere unangenehme Überraschungen weitgehend zu vermeiden.

Nach Erstellung der genauen Systemspezifikation ist bis zur Aufnahme der Produktion der digitalen Motorsteuerung mit µC minimal ein Zeitraum von zwei Jahren notwendig. *Bild 9* zeigt den Ablauf eines typischen Projektes mit den Phasen Systemdesign (6 Monate), Systemtest (5 Monate), Chip-Design (9 Monate) und Produktionsaufbau (12 Monate). Die ersten drei Phasen laufen zum Teil parallel ab, so daß die Gesamtzeit nur 24 Monate beträgt.

Phase I: Systemdesign

Ziel der Phase I von sechs Monaten ist die Überprüfung der vorgegebenen Systemspezifikation durch Aufbau und stationären Test eines vorläufigen Funktionsmusters. Resultat ist eine endgültige Spezifikation und eine mit Standard-IS aufgebaute und integrierfähige Brettschaltung des speziellen E/A-Schaltkreises für Phase II und III zu liefern. Die Ausführung der umfangreichen Softwareentwicklungen und HW/SW-Tests wird mit dem AMPL - Entwicklungslabor mit I.C.E.-Modul und Logikanalysator durchgeführt.

Phase II: Systemtest

Phase II dauert fünf Monate und startet zwei Monate nach Phase I mit der Vorbereitung der umfangreichen Straßentests (drei Monate). Ziel ist es, ein endgültiges Funktionsmuster zu liefern, welches in Testfahrzeuge eingebaut werden kann. Die Straßentests der Testfahrzeuge müssen die endgültige Spezifikation weiter absichern. Das Funktionsmuster enthält die Emulationsplatine des speziellen E/A-Schaltkreises und den TMS 9940 Hardwareemulator (entweder mit TMS 9940 E oder dem TM 990/40-DS-System).

Phase III: Chip-Design

Das Chip-Design umfaßt sowohl die Entwicklung des speziellen E/A-Schaltkreises für den TMS 9940, als auch die Erstellung der TMS 9940-ROM-Version mit dem endgültigen Programm. 12 Monate nach dem Projektstart stehen dann Prototypen des endgültigen Bauteilesatzes zur Verfügung. Sie ermöglichen den Aufbau von Entwicklungsmustern, die der endgültigen Spezifikation entsprechen.

Phase IV: Produktionsaufbau

Die Phase des Produktionsaufbaus umfaßt die Produktion einer Nullserie (ca. 100 Stück) für eine umfangreiche Testphase, die Produktion einer Qualifikationserie (ca. 1000 Stück), die Produktionsfreigabe und den Produktionstart. Insgesamt werden für diese Phase mindestens 12 Monate benötigt. Man setzt dabei voraus, daß Hardware und Software fehlerfrei arbeiten.

Literatur

[1] *Walker, Gerald, M.*: Automotive Electronics gets the green light. Electronics 1977, Sept. 29, S. 83...92.

[2] *Klasche, G.*: Die Elektronik im Auto – eine Bestandsaufnahme. ELEKTRONIK 1974, H. 11, S. 415...424.

[3] *Gößler, R.*: Mikrocomputer steuert Zündfunkeneinstellung beim Auto. ELEKTRONIK 1977, H. 4, S. 48...51.

[4] *Rittmannsberger, N.* und *Scholl, H.*: Benzineinspritzung mit elektronischer Steuerung durch die Luftmenge. ELEKTRONIK 1973, H. 9, S. 311...314.

[5] *Siebert, H. P.*: Digital gesteuertes Zündsystem für Verbrennungsmotoren. ELEKTRONIK 1973, H. 9, S. 321...324.

[6] *Klasche, G.*: Digital gesteuertes Zündsystem. ELEKTRONIK 1977, H. 9, S. 64...68.

[7] *Huse, H.*: Das TMS 9900/TI 990-Konzept: Software-kompatibel vom Mikro- bis zum Minicomputer. ELEKTRONIK 1976, H. 11, S. 95...99.

[8] *Huse, H.*: Programmierbares µP-Ein/Ausgabesystem. Elektronik Praxis 1977, H 9, S. 75...82.

[9] *Novis, G.* und *Bryant, G.*: Microprocessors perform engine control function. International Automotive Engineering Detroit Feb. 28–March 4, 1977, No. 770005.

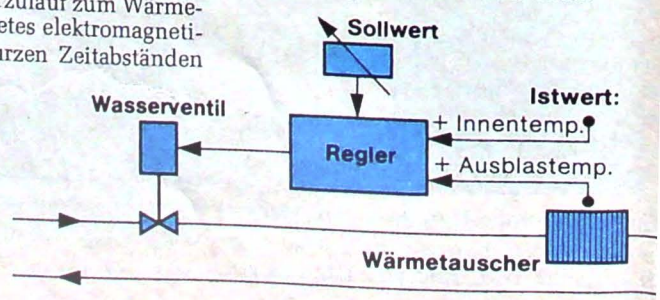
[10] *Marganitz, A.*: Zuverlässigkeit und Sicherheit elektronischer Geräte. ELEKTRONIK 1974, H. 6, S. 213...217.

Elektronische Heizungsregelung für Personenkraftwagen

Die Robert Bosch GmbH arbeitet an einer elektronischen Regelung, die dafür sorgt, daß die vom Fahrer im Fahrzeuginnenraum gewünschte und eingestellte Temperatur schnell erreicht und unabhängig von Fahrgeschwindigkeit und Steigungsverhältnissen konstant gehalten wird.

Die Temperatur im Fahrgastraum und die Ausblastemperatur am Wärmetauscher werden mit je einem Temperaturfühler gemessen. Beide Meßwerte vergleicht ein elektronischer Regler mit dem vorgegebenen Sollwert. Der Abweichung vom Sollwert entsprechend wird ein im Wasserzulauf zum Wärmetauscher angeordnetes elektromagnetisches Ventil in kurzen Zeitabständen geöffnet.

Um ein unabhängig von der Luftverteilung im Innenraum repräsentatives und empfindlich reagierendes Signal für die Innentemperatur zu bekommen, wird mit Hilfe des Saugrohrunterdrucks ein kleiner Luftstrom von 1 bis 2 Litern je Minute aus dem Innenraum über den Fühler abgesaugt. Dieser Fühler ist an der Instrumententafel angeordnet, während sich der Meßfühler für die Temperatur des Wärmetauschers in der Nähe der Tauscher-Oberfläche befindet und mit einer sehr kleinen thermischen Zeitkonstanten die Temperatur der ausgeblasenen Luft mißt.



Elektronische Heizungsregelung – ein wesentlicher Beitrag zu komfortablerer und sicherer Fahrt

Obwohl man als Elektroniker mit dem bisherigen Abschneiden der Elektronik in Kraftfahrzeugen keineswegs zufrieden sein kann, gibt es doch auch einige erfreuliche Beispiele. In diesen Fällen überwiegen allerdings Autos der oberen Mittelklasse, weil bei ihnen ganz einfach der finanzielle Spielraum etwas größer ist. Ein typisches Beispiel ist die neue 7er-Modellreihe von BMW.

Ing. (grad.) Günther Klasche

Elektronik in BMW-Autos

Hier wurde erstmals für Überwachungszwecke eine sogenannte „Check Control"-Vorrichtung installiert (*Bild 1*), die teils elektrisch und teils elektronisch verwirklicht ist. Außerdem enthalten die Autos der 7er-Reihe ein elektronisches Tachometer, und im Modell 733i ist sogar eine kontaktlose Zündung eingebaut.

Check Control

Im Gegensatz zu anderen Überwachungsprinzipien, die automatisch eine Störung oder einen Defekt im Moment des Entstehens signalisieren, wobei die Anzeige bis zur Behebung erhalten bleibt, leuchten bei BMW auf einen Tastendruck hin all jene Systeme auf, die in Ordnung sind, während die anderen dunkel bleiben. Man spricht hier auch von einer „positiven" Anzeige, die dem Menschen sozusagen „entgegenkommt". Da man im Normalfall die Funktionskontrolle vor Antritt der Fahrt vornimmt, ist die Abfrageeinheit samt Anzeige in das „Cockpit" integriert (Bild 1) und deshalb vom Fahrersitz aus bequem zu bedienen.

Aus den zahlreichen Möglichkeiten hat man sich für sieben Funktionsprüfungen entschieden: Kontrolliert werden a) das ausreichende Niveau der Bremsflüssigkeit, b) des Scheibenwaschwassers, c) des Kühlwassers, d) des Motoröls bei Motorstillstand, e) die Stärke des Bremsbelages sowie f) die Funktionstüchtigkeit des Bremslichts und g) des Schluß- bzw. Rücklichts. Für die Überprüfung all dieser Funktionen wurde die in *Bild 2* dargestellte elektronische Schaltung entwickelt, die überraschend einfach ist, aber dennoch vollkommen ausreicht. Sie ist zusammen mit den Glühlampen und der Drucktaste „Test" auf einer gedruckten Schaltung untergebracht. Elektrische Leitungen verbinden die Zentrale am Armaturenbrett mit den Gebern an den Kontrollstellen.

Die Schaltpunkte dieser Geber sind so eingestellt, daß noch Sicherheitsreserven vorhanden sind. Wenn z. B. die grüne Motorenöl-Kontrolleuchte erlischt, ist der Pegel bei 4 mm oberhalb der Minimum-Marke angelangt. Es fehlt dann rund 1 l Öl. Die Restmenge von etwa 4 l gestattet noch eine Fahrt von knapp 500 km. Als weiteres Beispiel soll die Bremsbelag-Kontrolleuchte dienen. Sie leuchtet nicht mehr auf, sobald 85 % der Belagsstärke abgefahren sind. Dann können jedoch immer noch 2000...3000 km gefahren werden.

Mehr Elektronik im Auto ist bekanntlich untrennbar mit preisgünstigen und zuverlässigen Gebern bzw. Meßwertaufnehmern verbunden. Deshalb wurde bei BMW besonderes Augenmerk auf deren Konstruktion gelegt. *Bild 3* zeigt die Schaltung dieser Geber einschließlich des Lampen-Testgerätes. Die Anschlüsse 1...12 sind mit denen in Bild 2 identisch.

In *Bild 4* sind die Geber in ihrer Einbauausführung dargestellt. Für die Flüssigkeitsniveauabfragen werden Schwimmerschalter mit Reedkontakten verwendet. Der Schwimmer besteht hierbei aus einem Kunststoffteil, in dem ein Magnet eingebaut ist, der in der gewünschten Höhe eine Kontaktfahne betätigt. Die Abfrage der Bremsbelagstärke erfolgt über Drahtschleifen, die in den Bremsbelag eingebettet sind und die nach Abnutzung des Belages auf die kritische Mindeststärke durchgeschliffen werden. Damit wird der Prüfstromkreis unterbrochen, was zur Defektanzeige führt.

Für die Prüfung der Rücklicht- und Bremslichtlampen dienen Stromrelais, die bei Beaufschlagung mit dem Lampennennstrom den Kontakt und somit den Stromkreis für die Kontrolleuchten schließen.

Elektronisches Tachometer

Obwohl es für die Herstellung und vor allem für die Montage von mechanischen Geschwindigkeitsmessern eines recht hohen Aufwandes bedarf, sind elektronische Tachometer insgesamt immer noch teurer. Dennoch hat BMW diesen Schritt bei der 7er-Reihe vollzogen. In *Bild 5* ist die Schaltung des elektronischen Geschwindigkeitsmessers dargestellt. Das Herz dieser relativ umfangreichen Schaltung ist ein integrierter Baustein des Typs SAY 115 (Intermetall). Mit dem Widerstand R_M

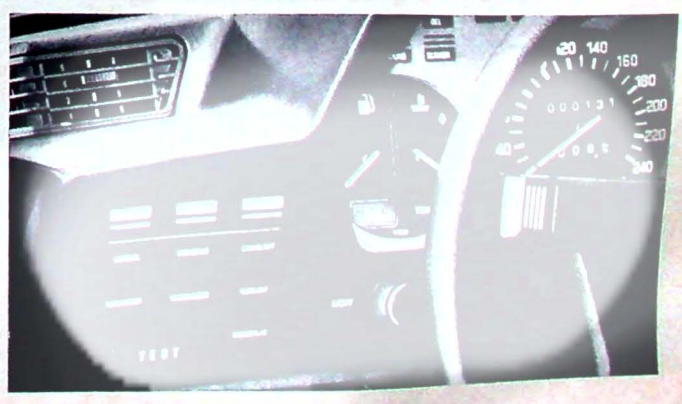


Bild 1. Die „Check Control"-Abfrageeinheit befindet sich leicht erreichbar links vom Fahrer; sie ist Bestandteil des „Cockpits" (Foto: BMW)

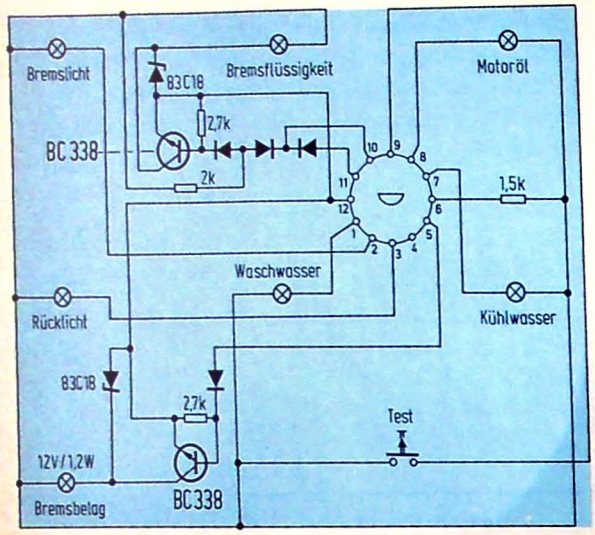


Bild 2. Diese Schaltung verarbeitet eventuelle Funktionsunterbrechungen zu optischen Warnsignalen

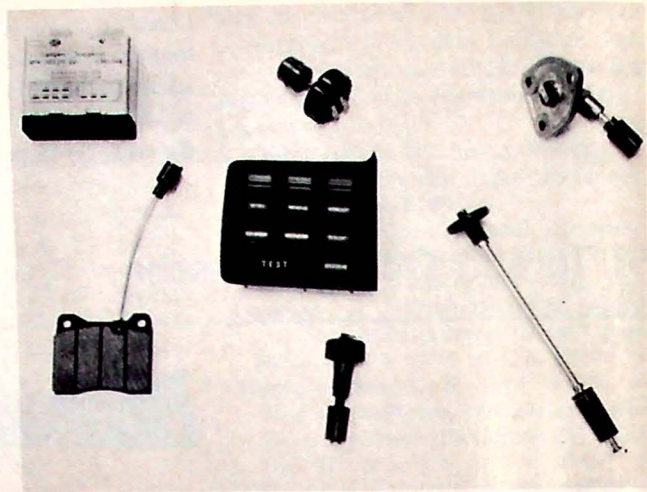


Bild 4. Die zur Abfrageeinheit gehörenden Geber: links oben das Lampen-Testgerät, links unten der Bremsbelagmesser, auf der rechten Seite die verschiedenen Schwimmerschalter

wird der Meßbereich eingestellt. Für den Antrieb des Tages- und des Gesamtkilometerzählers dient ein Schrittmotor mit je zwei Wicklungen, die direkt mit den IS-Anschlüssen 3 und 5 verbunden sind. Die gesamte Einheit einschließlich Instrument und Elektronik wird einbaufertig von der Firma VDO geliefert.

Selbst entwickelt wurden von BMW die Mechanik und Elektronik der Gebereinheit. Sie besteht einerseits aus einem „Impulsstern" mit neun Zähnen und andererseits aus einem Reedkontakt-Impulsgeber, die beide am Hinterachsgetriebe montiert sind. Pro Umdrehung des angetriebenen Hinterrades werden neun Impulse erzeugt, die dem Anschluß 1 der integrierten Schaltung zugeführt werden.

Elektronische Zündung

Wie bereits kurz erwähnt, hat sich BMW beim Modell 733i für den serienmäßigen Einbau eines elektronischen Zündsystems entschlossen. Gewählt wurde eine von der Firma Bosch entwickelte kontaktlose Transistorzündung (TSZ) mit Schließwinkelsteuerung, die mit Hinblick auf zukünftige Anforderungen als besonders geeignet erschien. Als kontaktloses Steuerelement anstelle des verschleißbehafteten Unterbrechers dient ein induktiver Geber, der als monolithisch integrierte Halleffektschaltung ausgeführt ist. Im übrigen ist man von der Thyristorzündung (HKZ) aus verschiedenen, grundsätzlichen Erwägungen abgekommen; sie wird nur noch in Spezialfällen verwendet.

Die Zündanlage im Kraftfahrzeug hat die Aufgabe, bei einer bestimmten Stellung eines Motorkolbens durch Funkenüberschlag und nachfolgenden Licht- oder Glimmbogen so viel Energie über die Elektroden der zugehörigen Zündkerze an das Benzin-Luft-Gemisch zu liefern, daß dieses sicher entflammt. Die Energie je Zündimpuls wird der Batterie dosiert entnommen und in einem Energiezwischenspeicher bis zur Entladung im Zündzeitpunkt bereitgehalten.

Zum Aufbau des Magnetfeldes in der Zündspule ist eine bestimmte Zeit erforderlich; sie wird Schließzeit genannt. Sie entspricht bei einer bestimmten Motordrehzahl einem bestimmten Drehwinkel, dem sogenannten Schließwinkel. Soll die Schließzeit eingehalten werden, muß mit steigender Drehzahl der Winkel zunehmen bzw. er kann sich bei niedriger Drehzahl verringern. Diese Anforderung erfüllt die in *Bild 6* dargestellte Schaltung, die mit einem vom Motor angetriebenen Induktionsgeber angesteuert wird. *Bild 7* zeigt den zugehörigen Impulsplan für kleine und große Drehzahlen.

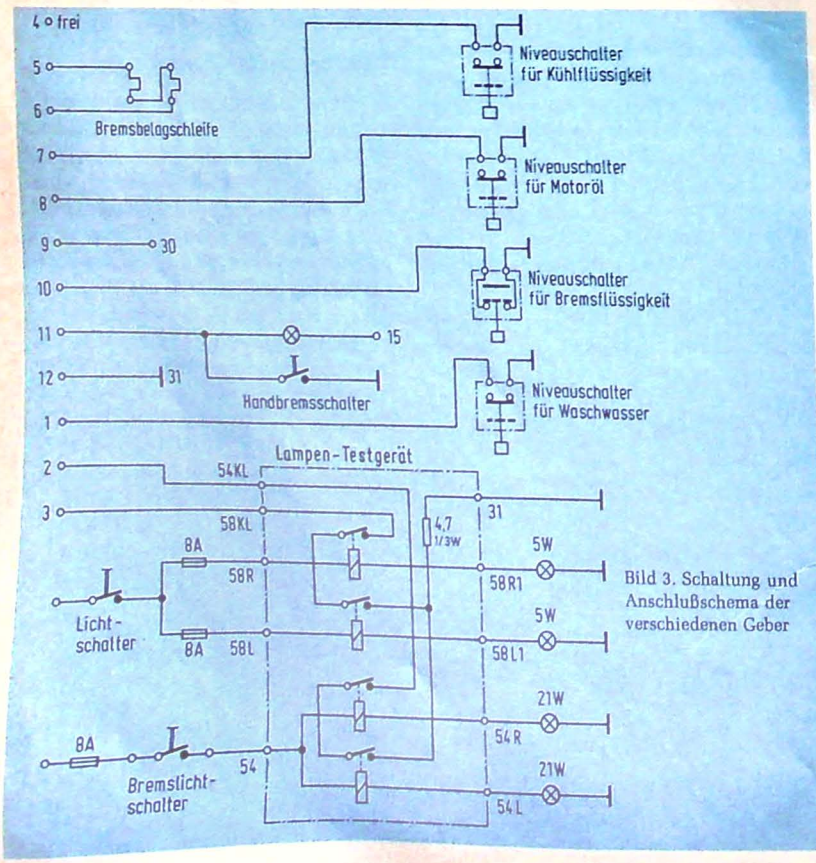


Bild 3. Schaltung und Anschlußschema der verschiedenen Geber

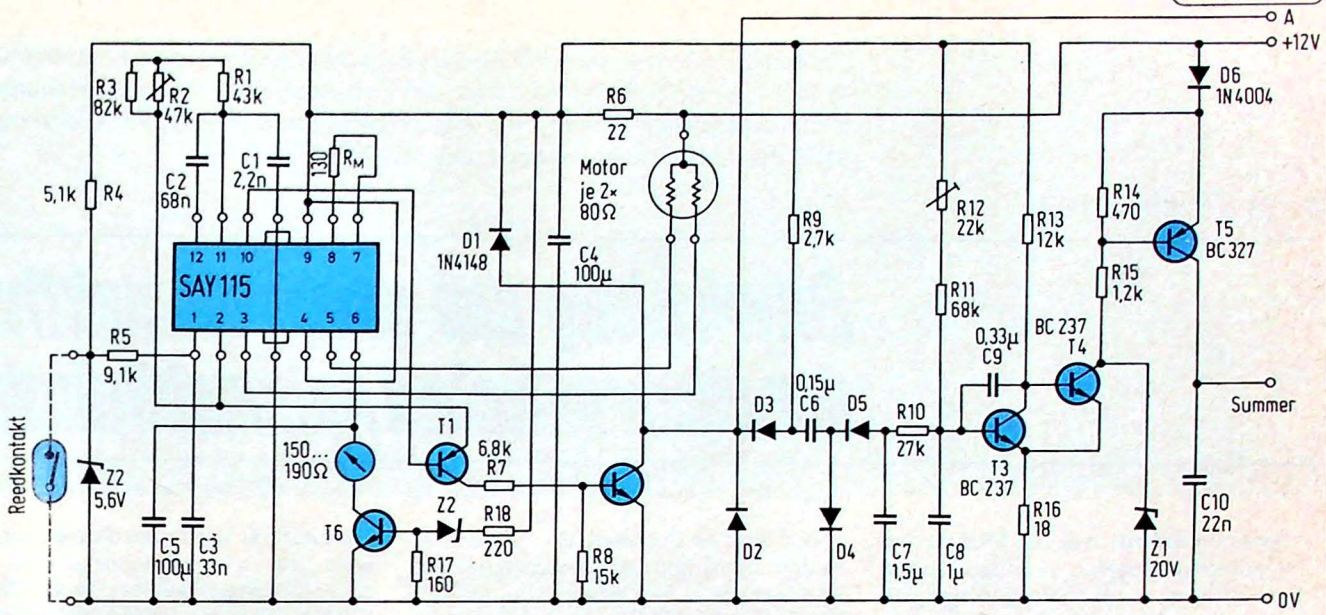


Bild 5. Schaltung des elektronischen Tachometers. Der Ausgang Summer dient zur Geschwindigkeitswarnung

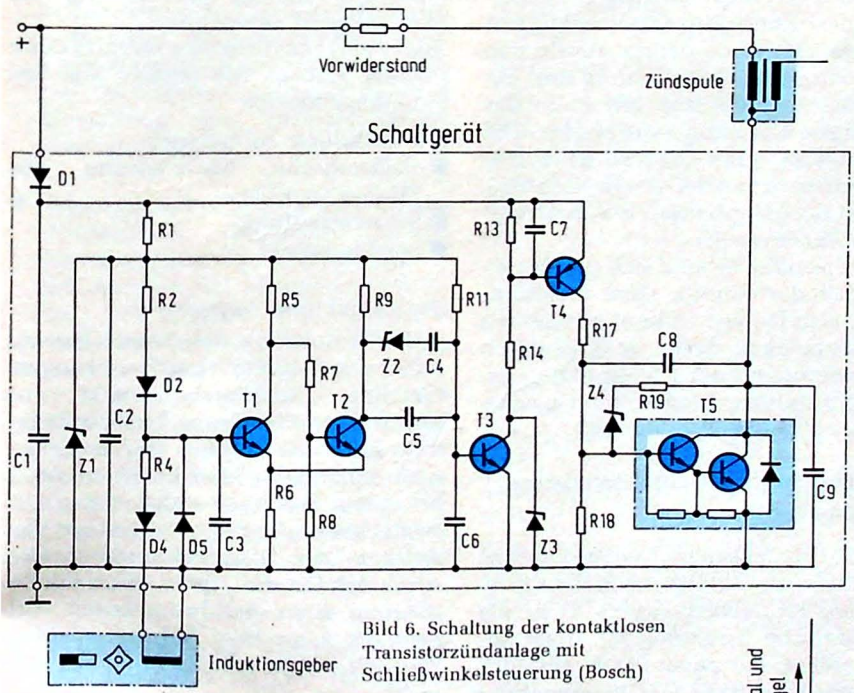


Bild 6. Schaltung der kontaktlosen Transistorzündanlage mit Schließwinkelsteuerung (Bosch)

und Endstufe ein der benötigten Schließzeit entsprechender Schließwinkel entsteht. Der Einschaltpunkt des Schließsignals liegt in der Regel zeitlich vor dem Einschaltzeitpunkt des Eingangstriggersignals. Dagegen ist die Ausschaltflanke des Schließimpulses direkt an das Ausschalten des Triggersignals gekoppelt, was zugleich dem Zündzeitpunkt entspricht.

Literatur

[1] Technische Unterlagen der Firma BMW, München.

[2] *Söhner, G.:* Schaltungen für elektronische Zündsysteme. Bosch Techn. Berichte 5 (1977), S. 235...241.

[3] *Hinlopen, H.:* Auto und Elektronik. Franzis-Verlag GmbH, München.

[4] *Klasche, G.:* Die Elektronik im Auto – eine Bestandsaufnahme. ELEKTRONIK 1974, H. 11, S. 415...424.

Die Triggerstufe am Eingang verarbeitet das Gebersignal. Ein- und Ausschaltpegel sind so bemessen, daß bei einer minimalen Geberdrehzahl von 20 U/min noch sicher getriggert wird. Eine genügend große Hysterese – das ist der Abstand zwischen Ein- und Aus-Pegel – gibt ausreichende Sicherheit gegen Störimpulse am Schaltungseingang. Die Triggerstufe liefert am Ausgang ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis, das ungefähr durch die Nulldurchgänge des Gebersignals bestimmt ist. Dieses Rechtecksignal wird mit nachgeschalteten Speichergliedern, den Stromzweigen mit den Kondensatoren C 4 und C 5, in der Zeitdauer so aufbereitet, daß in Treiber-

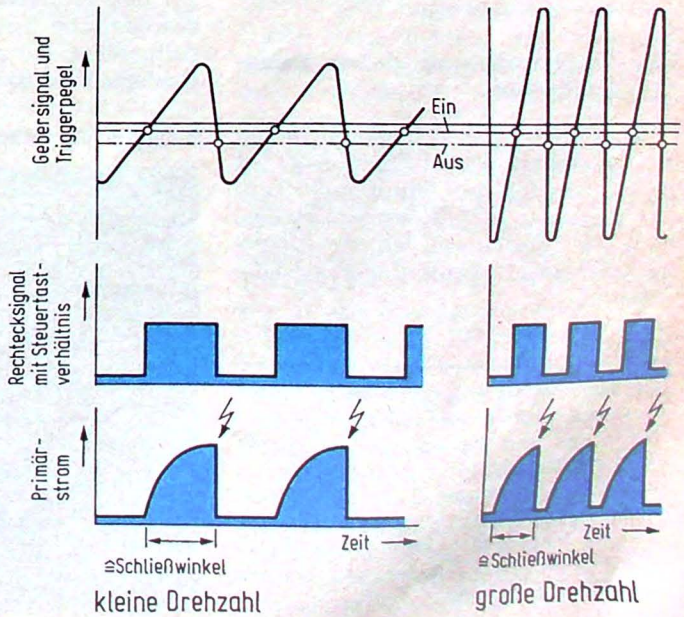


Bild 7. Impulsverläufe für kleine und große Drehzahlen

Die Verbesserung der Automobilzündung beschäftigt schon lange die Zubehörhersteller und Automobilhersteller. Die ständigen Verbesserungen, die die Halbleiterbauelemente in den vergangenen Jahren erfahren haben, ermöglichen die Entwicklung elektronischer Zündanlagen mit hoher Zuverlässigkeit.

Joel Redoutey

Entwicklung und neue Perspektiven der elektronischen Automobilzündung

Der erste Schritt war die Einführung von perfektionierten elektronischen Zündanlagen mit hervorragenden technischen Eigenschaften, ausgelegt für Hochleistungsmotoren. Diese Zündanlagen führten sich aber nur begrenzt ein, da sie sehr viel teurer sind als konventionelle Zündanlagen. Eine Änderung dieser Situation ist erst eingetreten, als in den Vereinigten Staaten verschärfte Abgasbestimmungen in Kraft traten (50 000-Meilen-Gesetz). Mittlerweile werden alle amerikanischen Automobile mit elektronischen Zündanlagen ausgerüstet.

In Europa ist die Situation recht unterschiedlich: lediglich einige Pkw-Modelle, meist der oberen Preisklasse, werden serienmäßig mit einer elektronischen Zündanlage ausgerüstet. Die augenblickliche Wirtschaftskrise brachte eine weitere Verzögerung des serienmäßigen Einsatzes der bereits fertig entwickelten elektronischen Zündanlagen in Europa. In dem hier vorliegenden Artikel wollen wir versuchen, den augenblicklichen Stand der Technik festzuhalten und zukünftige Entwicklungen aufzuzeigen.

Die Mechanik und deren Unzulänglichkeiten

Der Vergleich der konventionellen mit der elektronischen Zündanlage hat in den vergangenen Jahren viele Zeitschriftenseiten gefüllt. Wir wollen deshalb nur tabellarisch auf die Unterschiede beider Systeme eingehen (siehe *Tabelle*).

Das größte Problem der konventionellen Zündung mit Unterbrecherkontakt besteht in der Abnutzung, die ein häufiges Nachstellen des Zündzeitpunktes erforderlich macht. Die Abnutzung bewirkt eine langsame Verstellung des Zündzeitpunktes zwischen den Inspektionen, daraus resultieren eine reduzierte Motorleistung und ein erhöhter Abgasausstoß am Ende des jeweiligen Inspektionsintervalles. Die Verwendung eines elektronischen Unterbrechers vermeidet diesen Nachteil – dies ist der Hauptvorteil des elektronischen Zündsystems.

Die Spezialisten sind sich darüber einig, daß der Einsatz einer elektronischen Zündanlage in konventionellen Kraftfahrzeugen keine spektakulären Verbesserungen der Zündfunktion gegenüber optimal eingestellten mechanischen Zündanlagen bewirkt.

Höherentwickelte elektronische Zündanlagen

Die einfachsten elektronischen Zündanlagen arbeiten nach dem Prinzip des Kontaktverstärkers, d. h. der mechanische Unterbrecher dient als Aufnehmer, der einen Hochvolttransistor ansteuert (*Bild 1*). Die eigentliche Schaltarbeit wird vom Transistor geleistet, der Unterbrecherkontakt wird nicht elektrisch belastet. Beim nächsten Schritt wurden elektronische Zündanlagen ohne Unterbrecherkontakt eingeführt, sie werden als „kontaktlose Zündanlagen" bezeichnet.

Bild 2 zeigt das Prinzipschaltbild einer solchen Anlage. Sie besteht aus den Funktionsblöcken:

- kontaktloser Aufnehmer
- elektronische Nachstellung des Zündzeitpunktes
- Steuerschaltung
- Leistungsstufe

Der kontaktlose Aufnehmer

Die Einführung des Transistors als „Kontaktverstärker" hat den konventionellen Unterbrecherkontakt von elektrischer Abnutzung (Abbrand) befreit, aber das Problem der mechanischen Abnutzung blieb bestehen. Auch bei einem elektrisch unbelasteten Unterbrecher ergibt sich eine geringe Verstellung des Zündzeitpunktes zwischen den Inspektionen. Allein die Benutzung eines berührungslosen Aufnehmers kann hier Abhilfe schaffen. Zur Zeit stehen vier Systeme zur Auswahl:

Tabelle: Vor- und Nachteile mechanischer und elektronischer Zündsysteme

System	Vorteile	Nachteile
Mechanik (Unterbrecher)	einfach preiswert zufriedenstellende techn. Eigenschaften, wenn genau eingestellt	Abnutzung, daher häufige Nachstellung erforderlich; verschlechtertes Zünden bei hoher und bei niedriger Drehzahl; Anfälligkeit gegen Verschmutzung der Zündkerzen
Elektronik (Transistor)	kein Kontaktbrand kontaktlose Zündanlage möglich konstante Zündenergie möglich Möglichkeit verbesserter Steuerung	höherer Aufwand; komplizierter

Joel Redoutey ist Mitarbeiter im Zentralen Applikationslabor der Firma Thomson-CSF/Sescosem in Aix-en-Provence. Regelmäßigen FUNKSCHAU-Lesern dürfte er als Autor bereits bekannt sein; als Verbindungsmann zwischen dem Halbleiterwerk und der Automobilindustrie ist er maßgeblich an der Entwicklung von elektronischen Zündanlagen beteiligt.

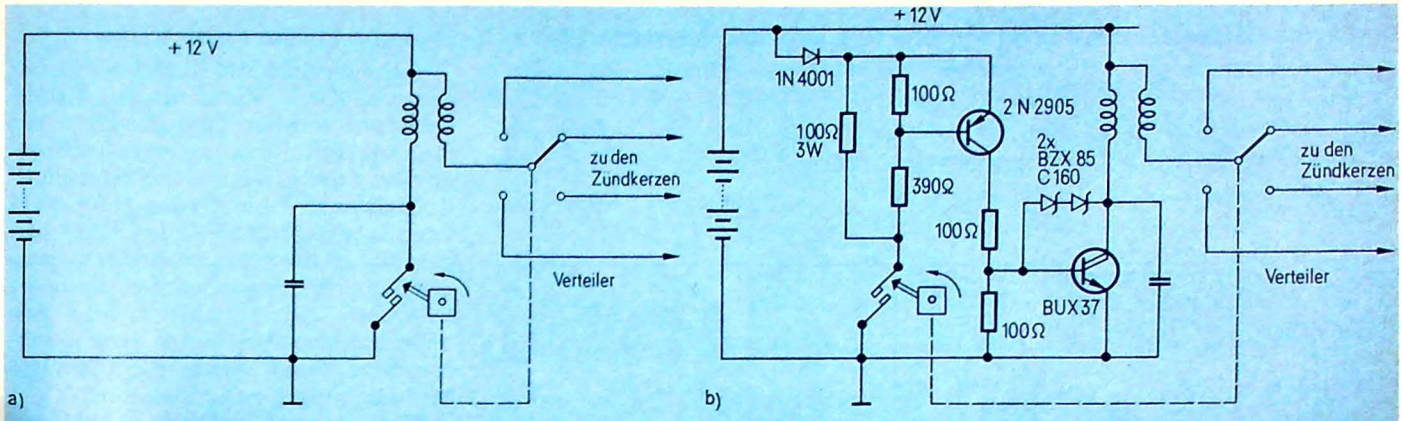


Bild 1. a) Konventionelle Zündung: der Unterbrecherkontakt schaltet direkt den Zündspulenstrom. b) Einfache elektronische Zündanlage; der Unterbrecherkontakt braucht hier nur noch den geringen Transistor-Steuerstrom zu verarbeiten

- Magnetische Aufnehmer, die bei Annäherung eines Zahnsegments einen Impuls abgeben, der dann in der Steuerelektronik ausgewertet und aufbereitet wird. Der Nachteil dieser Aufnehmer liegt hauptsächlich in der geringen Amplitude bei niedrigen Drehzahlen, was eine statische Einstellung des Zündzeitpunktes unmöglich macht.

- Näherungsschalter, die aus einem LC-Oszillator bestehen, dessen Schwingungen bei Annäherung eines dämpfenden Metallteiles abreißen. Der Zustand des Oszillators wird überwacht und das Signal ausgewertet. Derartige Näherungsschalter sind als monolithisch integrierte Schaltungen auf dem Markt und erfordern nur wenige externe Bauelemente (ESM 1601). Die Näherungsschalter geben auch bei Motorstillstand ein eindeutiges Signal ab, so daß eine statische Einstellung des Zündzeitpunktes möglich ist.

- Optoelektronische Aufnehmer, die meist wie eine Lichtschranke aus einer Leuchtdiode und einem Fototransistor bestehen. Die Hauptschwierigkeit bei diesem System liegt in der Anfälligkeit gegen Verschmutzung und in der Alterung. Hinzu kommt ein drehzahlabhängiger Phasenfehler, der durch den Lochdurchmesser der Steuerblende und den Durchmesser des Lichtstrahles bedingt ist.

- Halleffekt-Aufnehmer, die gegenüber den magnetischen Aufnehmern den Vorteil einer eindeutigen Signalabgabe auch bei Motorstillstand besitzen.

Die Zündzeitpunktverstellung

Die Zündzeitpunktverstellung erfolgt entweder mechanisch mittels einer Unterdruckdose, die die Steuerscheibe verstellt, oder aber elektronisch über Zündprozessoren, die ihre Informationen von verschiedenen Sensoren erhalten.

Die Steuerschaltung

In der konventionellen Zündanlage wird der Schließwinkel durch die Nokken auf der Welle des Zündverteilers vorgegeben. Er beträgt konstant etwa 60 %. Wird ein kontaktloser Aufnehmer verwendet, so erhält man als Signal meist nur einen kurzen Impuls, der ausgewertet werden muß. Die Steuerschaltung hat somit die Aufgabe, aus dem Impuls ein geeignetes Ansteuer-Signal für den Hochvolttransistor zu erzeugen.

Die Steuerschaltung kann nun so ausgelegt werden, daß sie wie ein mechanischer Unterbrecher einen konstanten Schließwinkel erzeugt. Diese Lösung hat den Nachteil, daß bei hoher Motordrehzahl die Leitendzeit des Hochvolttransistors in die Größenordnung der Zeitkonstante L/R der Zündspule kommt und diese nicht mehr vollständig geladen wird. Dies bedeutet eine Reduzierung der Zündenergie bei hohen Motordrehzahlen (*Bild 3a*).

Die Wahl der Zeitkonstante L/R der Zündspule stellt einen Kompromiß dar zwischen geringer Stromaufnahme der Zündanlage im Leerlauf (niedrige Motordrehzahl) und verfügbarer Zündenergie bei maximaler Drehzahl.

Um eine genügend große Zündenergie bei hohen Drehzahlen sicherzustellen, kann man folgenden Weg gehen: Man läßt ständig einen Spulenstrom fließen, und unterbricht diesen nur für die Dauer der erforderlichen Funkenstandzeit. Dies bedeutet einen variablen Schließwinkel. Der Nachteil einer solchen Anordnung liegt in der hohen Stromaufnahme bei niedriger Motordrehzahl (*Bild 3b*).

Zur Verringerung der Stromaufnahme bei niedriger Motordrehzahl sind verschiedene Methoden bekannt. Man kann z. B. der Zündspule einen mit hoher Schaltfrequenz arbeitenden Transistor-Chopper in Reihe schalten, oder bei niedriger Drehzahl einen zusätzlichen Hochlastwiderstand in Reihe mit der Spule schalten. Die wohl interessanteste Lösung besteht darin, den für den jeweiligen Betriebszustand erforderlichen Schließwinkel mit einem Analog- oder Digitalrechner vorauszuberechnen. Die Zeit, die zur vollständigen Aufladung der Zündspule erforderlich ist, ist bekannt. Der Minirechner errechnet vorausschauend den Zeitpunkt t_1 zu dem der Hochvolttransistor eingeschaltet werden muß, damit zum Zündzeitpunkt t_0 die Zündspule vollständig geladen ist. Einige solchermaßen arbeitende Systeme be-

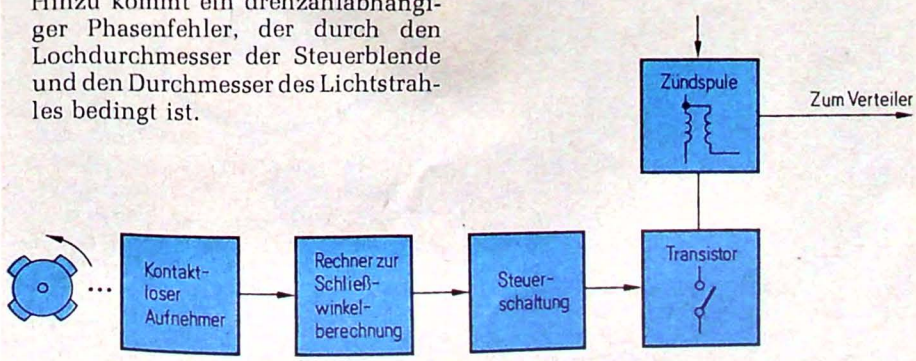


Bild 2. Prinzipschaltbild einer modernen elektronischen Zündanlage

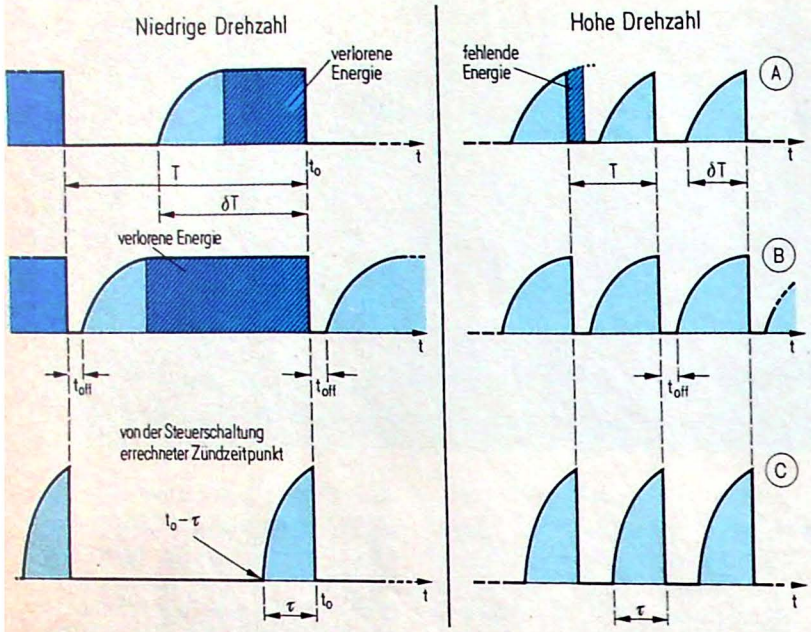


Bild 3. Spulenstrom bei hoher und niedriger Drehzahl; a) System mit konstantem Tastverhältnis; b) konstante Öffnungszeit t_{off}; c) System mit „kontrollierter Energie" und kleiner Spulen-Zeitkonstante

finden sich z. Zt. in Entwicklung (*Bild 3c*).

Der Hochvolttransistor

Die Beanspruchungen, denen der Hochvolttransistor in der Zündanlage (*Bild 4*) unterworfen ist, sind extrem:

- hoher Strom
- hohe Spannung
- hohe Spannungsanstiegsgeschwindigkeit beim Ausschaltvorgang
- extremer Betriebstemperaturbereich

Für den Einsatz in Zündanlagen mußten eigens extrem robuste Hochvolttransistoren, wie z. B. der ESM 16, entwickelt werden. Schnell erkannte man, daß zur Verringerung der Verlustleistung in der Treiberstufe die Entwicklung robuster Hochvolt-Darlingtontransistoren notwendig war. Derartige für die Automobilzündung brauchbare Darlingtontransistoren konnten nur in enger Zusammenarbeit zwischen den Forschungslabors der Automobilindustrie und der Halbleiterindustrie entwickelt werden.

Ein so entstandener, besonders robuster Hochvolt-Darlingtontransistor ist der BUX 37 – er kann gleichzeitig impulsartig mit 400 V Kollektor-Emitter-Spannung und 15 A Kollektorstrom belastet werden. Diese enorme Beanspruchung tritt in der Zündanlage auf, wenn bei hoher Motordrehzahl ein Zündkabel bricht.

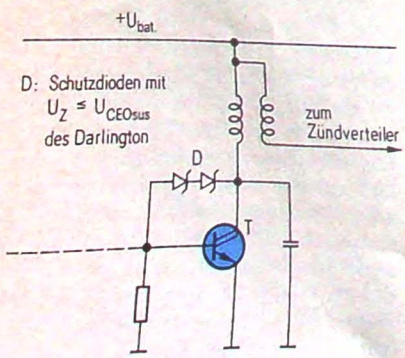


Bild 4. Diese einfache Leistungsstufen-Schaltung wird von fast allen Zündanlagen-Herstellern verwendet

Technologische Fortschritte

Nachdem zunächst alle Elemente der elektronischen Zündanlage diskret aufgebaut wurden, ging die Entwicklung weiter in Richtung einer Teilintegration. Sowohl Teile der Steuerschaltung als auch Teile der Leistungsstufe wurden monolithisch integriert. Mit den Chips dieser monolithisch integrierten Schaltungen werden nunmehr Dickschicht-Zündanlagen hybrid aufgebaut. In den Vereinigten Staaten verwendet General Motors derartige Hybridschaltungen in Großserie.

Diese neue Entwicklung verlangt wiederum eine enge Zusammenarbeit zwischen den Halbleiterherstellern und der Automobilindustrie; man geht bei Hochvolt-Darlingtontransistoren von den weitverbreiteten Gehäusen TO 3 und TO 220 ab und liefert vormontierte Chips in vielerlei Varianten (*Bild 5*).

Nach einer langen Einführungsphase hat die Elektronik ihren Platz in der Automobilzündung erobert. Die mit in Großserie eingesetzten elektronischen Zündanlagen gesammelten Erfahrungen zeugen von deren großer Betriebszuverlässigkeit auch unter extremen Betriebsbedingungen.

Die deutlich „weichere" Umweltschutz-Gesetzgebung in Europa und die augenblickliche Konjunkturlage haben den Großserieneinsatz von elektronischen Zündanlagen in Europa zwar etwas verzögert; es ist aber auch hier mit einem breiten Einsatz noch vor 1980 zu rechnen.

Bild 5. Halbleiter für elektronische Zündsysteme werden zum Teil schon als vormontierte Chips geliefert (im Vordergrund). Dahinter sind Hochvolttransistoren im TO-3-Gehäuse und speziell für elektronische Zündungen geeignete Spulen erkennbar

Die Halbleiterindustrie ist dabei, sich ein weiteres Gebiet zu erobern, in dem bisher mechanische Lösungen dominieren. Die Entwicklung bzw. der weitere Ausbau der Elektronik im Auto erfordert neue Sensorelemente für unterschiedliche Aufgaben. Mit der modernen Siliziumhalbleiter-Technologie lassen sich zum Beispiel Temperaturfühler, Pegelstandsmesser und Gas- oder Flüssigkeitsströmungsmesser realisieren.

Josef Schürmann

Sensoren für die Automobil-Elektronik

Herkömmliche Sensoren haben einen negativen Temperaturkoeffizienten, sind bei hohen Widerständen, d. h. tiefen Temperaturen, nicht immer frei von Nebenschlüssen durch Betauung und haben vielfach zu hohe Toleranzen. Sie lassen sich dadurch oft schwierig in Elektroniksysteme einfügen. Der Bericht aus dem Hause Texas Instruments will die Wirkungsweise, die Technologie und die Eigenschaften der SRS-Halbleitersensoren erläutern und anhand einiger Grundschaltungen die Einsatzmöglichkeiten aufzeigen.

Problemstellung

Drei Hauptaufgaben sind von der Sensorelektronik im Auto zu übernehmen:

- Funktionskontrolle und optimale Motorsteuerung (Abgasvorschriften)
- Betriebssicherheit
- Indirekte Sicherheit durch Entlastung und hohen Fahrkomfort des Fahrers.

Für die Motorsteuerung und Funktionskontrolle werden sowohl Temperaturfühler als auch Gas- oder Luftströmungssensoren benötigt, während für die Betriebssicherheit und den Fahrkomfort hauptsächlich Temperaturfühler und Pegelstandsmesser verwendet werden.

Naturgemäß kann kein allgemein gültiger „Temperaturfahrplan" für die Autoelektronik angegeben werden, da dies jeweils von den zu steuernden Motoren abhängt. Jede Elektronik und Sensorfunktion muß daher flexibel sein und sich innerhalb eines vorgegebenen Temperaturbereiches auf bestimmte Schwellwertfunktionen einstellen lassen. Beispielsweise wird der Bereich für die Startautomatik bei etwa – 20 °C bis + 30 °C liegen. Die Motorbetriebstemperaturüberwachung arbeitet im Bereich von + 50 °C bis + 120 °C und ist als Anzeige bzw. als Schaltfunktion mit mehreren Schwellwerten ausgelegt. Daneben erfolgt die Kühlwasserkontrolle und Steuerung des Kühlerventilators für Normalbetrieb und eventuell für forcierte Kühlung.

Zur Überwachung der Motorfunktion können die Temperatursensoren am Motorblock angebracht werden. Sie haben eine geringe Anforderung an die Zeitkonstante, während eine exakte Temperaturangabe durch guten Wärmekontakt des Sensors mit der Meßstelle sichergestellt werden muß.

Gasflußsensoren zur Steuerung der optimalen Verbrennung müssen eine sehr kurze Zeitkonstante haben, da sie schnell reagieren sollen und unmittelbar das Verbrennungsgemisch steuern. Zur Betriebssicherheit sind Pegelmessungen wie zum Beispiel Ölstand, Benzin, Bremsflüssigkeit usw. vorzunehmen. Daneben gibt es noch Temperaturwarnanlagen für den Gefrierpunkt sowie Temperaturregler für die Steuerung der Heizung im Innenraum.

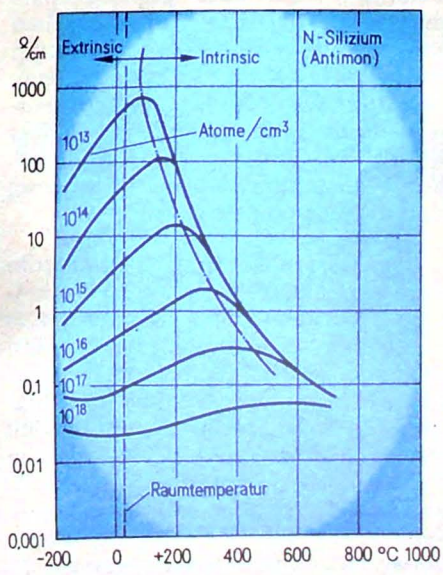


Bild 1. Spezifischer Widerstand von N-dotiertem Silizium als Funktion der Temperatur

Technologie und Wirkungsweise

Silizium besitzt einen Eigenleitfähigkeitsbereich und einen Bereich der Störstellenleitung (*Bild 1*). Der Eigenleitfähigkeitsbereich (Intrinsic) besitzt einen negativen Koeffizienten (TKC), während der Bereich der Störstellenleitung (Extrinsic) einen positiven Temperaturkoeffizienten besitzt. Die üblichen Dotierungen für Silizium-Temperatur-Sensoren liegen bei 10^{14} bis 10^{16} Atome/cm³. Damit reicht der Bereich des positiven TKC von – 200 °C bis + 180 °C bzw. + 300 °C. Die obere Temperaturgrenze ist vorwiegend durch das verwendete Gehäuse bestimmt. Temperatur- und Gasflußsensoren arbeiten im Extrinsic-PTC-Bereich, während Pegelmesser sowohl im PTC-Bereich als auch im NTC-Bereich arbeiten können.

Bei früheren Bauformen des Siliziumsensors wurde ein definiertes Stück Silizium als temperaturabhängiger Widerstand verwendet. Die Kontaktierung erfolgte jeweils an den Enden des Siliziums durch ohmsche Kontakte. Der Nachteil dieser Sensoren waren Fertigungsstreuungen sowie relativ hohe Herstellungskosten. Moderne Siliziumsensoren verwenden die bei Transistoren übliche Fotolithographie-Technik, kombiniert mit dem „Spreading-Resistance" oder Ausbreitungswiderstands-Prinzip (SRS). Dieses Prinzip erlaubt engtolerierte Widerstände mit guten und reproduzierbaren Temperaturbeiwerten.

Dabei wird davon ausgegangen, daß unter bestimmten Bedingungen der elektrische Widerstand eines Körpers

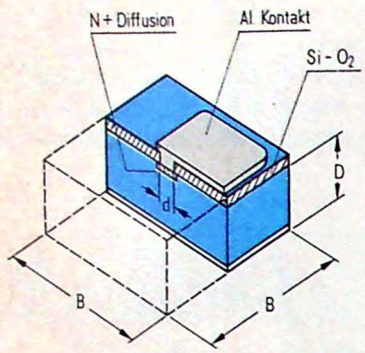


Bild 2. Aufbau des SRS-Si-Sensors

nach *Bild 2* durch den Ausbreitungswiderstand einer definierten Kontaktzone sowie dem spezifischen Widerstand des Körpers bestimmt wird.

Weitere Prozeßschritte wie Läppen, Sägen oder Ritzen und Brechen haben keinen Einfluß auf die elektrischen Werte des SRS-Sensors.

Neben den geringen Herstellungskosten erreicht man eine sehr geringe Masse und dadurch eine sehr kurze Ansprechzeit. Ferner sind die Fertigungstoleranzen klein und die Herstellungskosten können durch rationelle Fertigung reduziert werden.

Den Aufbau eines SRS-Si-Sensorkristalls zeigt Bild 2. Die Kristallgröße ist z. B. beim TSP 102 0,38 mm x 0,38 mm x 0,15 mm. Bei dieser geringen Masse von 0,022 mm^3 wird die Ansprechzeit fast ausschließlich durch das verwendete Gehäuse und die Kontaktierung bestimmt.

Das Grundmaterial besteht aus N-leitendem Silizium, dessen Oberfläche zu SiO_2 oxidiert wird. Im folgenden Prozeßschritt wird ein genau definiertes Fenster mit dem Durchmesser d in die Oxydschicht geätzt, auf dem wiederum eine N+-Belegung und Diffusion mit hoher Konzentration erfolgt. Auf diese Kontaktdiffusion wird eine dünne Aluminiumschicht aufgebracht. Der Kristall wird durch Nitridpassivierung geschützt, um hohe Zuverlässigkeit gegen Umwelteinflüsse sicherzustellen. Mit den in der Transistortechnik üblichen Bond- und Legierungsverfahren wird der Kristall dann mit den Gehäuseanschlüssen verbunden.

Der Widerstand eines Sensors nach Bild 2 ist unter der Bedingung $B \gg d$

$$R = \frac{\varrho}{\pi \cdot D} \cdot \tan^{-1}(D/d) \qquad (1)$$

wobei ϱ die Leitfähigkeit des Siliziummaterials in Ω/cm und d der Durchmesser der Kontaktöffnung ist. D ist die Dicke des Siliziumkristalls in cm.

Eine weitere Vereinfachung ist zulässig, wenn $D \gg d$ ist und der Ausdruck $\tan^{-1}(D/d)$ gegen $\pi/2$ geht. Damit vereinfacht sich (1) zu

$$R = \frac{\varrho}{2\,d} \qquad (2)$$

Für den Sensor TSP 102 wurde ein Ausgangsmaterial von 5 Ω/cm bei einer Kontaktöffnung 0.025 mm gewählt. Das Verhältnis von D/d ist 0,15/0,025 oder 6, während der Ausdruck tan (D/d) etwa 80 Grad ergibt. Mit diesen Konstanten wird der Nennwert des Sensorwiderstandes 1000 Ω.

Eigenschaften und Anführungsformen

Der Halbleiterwiderstand des Sensors ist durch ohmsche Kontakte unabhängig von der Polarität. Die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur ist

$$R_T = R_o\ \alpha\,(T - To)$$

R_0 ist der Widerstand bei T_0, α ist der TKC des Sensors, der sich nach der Formel

$$\alpha = \frac{1}{R}\,\frac{dR}{dT} \qquad (4)$$

berechnet.

Für die üblichen Sensoren ist der TKC 0,7 %/℃. *Bild 3* zeigt den Verlauf des Widerstandes als Funktion der Temperatur. Die leicht exponentielle Kennlinie läßt sich gegebenenfalls durch Parallelschalten eines ohmschen Widerstandes von 2,37 kΩ im Bereich von – 60 ℃ bis + 120 ℃ linearisieren. Damit ist ein positiver, direkt proportionaler Zusammenhang zwischen dem Widerstand und der Tempertur bzw. bei Stromeinprägung der Spannung und der Temperatur gegeben.

Der SRS-Si-Planarprozeß erlaubt die Fertigung engtolerierter, präzise arbeitender Sensoren, die in Gruppen von 1, 2, 5 oder 10 % hergestellt werden. Ein weiterer Vorteil ist die enge Toleranz der Gleichlaufeigenschaften. Der Sigma-Wert ist beispielsweise im Bereich von + 25 ℃ bis + 125 ℃/0,01 bzw. der Faktor 1,001, während er von – 55 ℃ bis + 25 ℃ lediglich 0,0025 ist. Dieser Sigma-Wert läßt sich aus der Gaußschen Normalverteilung ermitteln. Er ist als Umkehrpunkt definiert, der sich nach der Differenzierung einer der

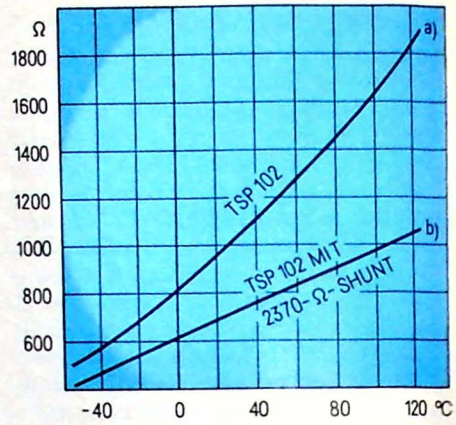


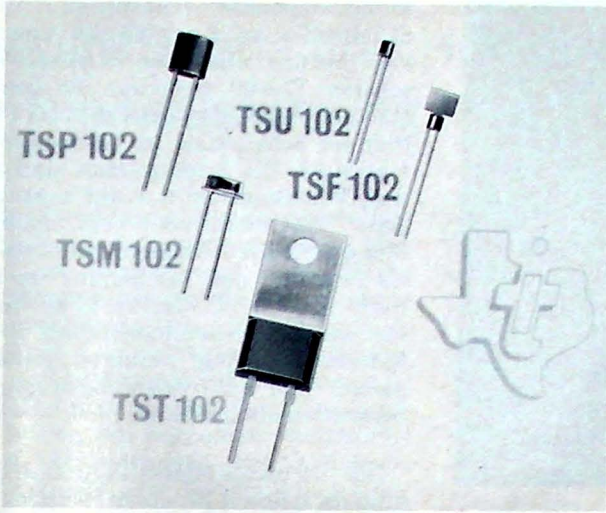
Bild 3. a) Temperaturverlauf des SRS-Sensors TSP 102, b) Linearisierter Temperaturverlauf des SRS-Sensors TSP 102 durch Parallelschalten eines 2370-Ω-Widerstandes

Flanken ergibt. Dies entspricht etwa 68,4 % der Normalverteilung.

In der Praxis bedeutet dieser engtolerierte Gleichlauf, daß in Sensorschaltungen im Temperaturbereich von – 55 ℃ bis 140 ℃ nur ein Abgleichpunkt erforderlich ist.

Kurze Ansprechzeiten bzw. Zeitkonstanten werden durch die Masse (Wärmeträgheit) des Sensors bestimmt, der der jeweiligen Temperaturänderung zu folgen hat. Die Bestimmung der Zeitkonstante ist vielfach schwierig durchzuführen. Nach der üblichen Methode wird die Zeit spezifiziert, die ein Sensor benötigt, um 63 % der Endtemperatur zu erreichen. Die MIL-T 23648 A-Meßvorschrift ist relativ präzise. Nach ihr wird der Sensor mit der in einem Vorversuch bestimmten Leistung von der Ausgangstemperatur von + 25 ℃ um 50 ℃ auf + 75 ℃ aufgeheizt. Zum Zeitpunkt T = 0 wird die Leistung abgeschaltet und der Sensor auf eine Widerstandsmeßbrücke geschaltet. Gemessen wird die Zeit von T = 0, die der Sensor benötigt, um auf 63,2 % des 75 ℃-Wertes in ruhender Luft abzukühlen. Die den Temperaturen von 75 ℃ und 43,4 ℃ jeweils zugehörigen Widerstandswerte lassen sich anhand der Datenblattangaben ermitteln oder aber auch empirisch durch einen Vorversuch bestimmen.

Nach einer anderen Methode wird ein Luftstrom von 5,59 m/s mit einer Temperatur von 25 ℃ und 75 ℃ verwendet. Zum Zeitpunkt T = 0 wird die Temperatur des Luftstromes von 25 ℃ auf 75 ℃ geschaltet. Gemessen wird wiederum die Zeit, die der Sensor benötigt, um sich auf 63,2 % des Endwertes bei 75 ℃ einzuschalten.



◀ Bild 4. Einige Bauformen von Halbleitersensoren

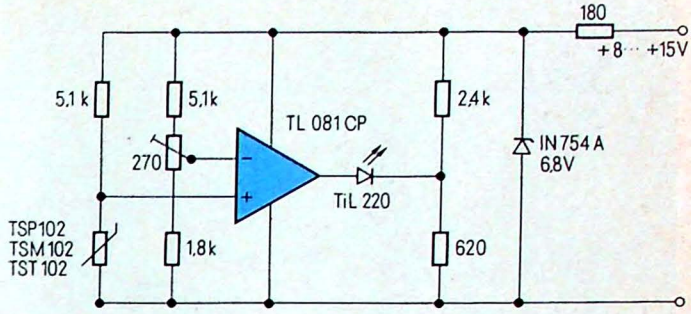


Bild 5. Übertemperaturanzeige mit LED. t ~ + 95...130 °C

Bild 4 zeigt einige Bauformen für SRS-Sensoren. Der TSP 102 im TO-92-Gehäuse ist für Temperaturen von – 55 °C bis + 125 °C geeignet. Die Ansprechzeit nach MIL T 23648 A liegt im Mittel bei 1,5 s. Der TSM 102 besitzt ein Metallgehäuse. Die Widerstandscharakteristik entspricht dem TSP 102. Dagegen ist der Temperaturbereich bis 200 °C spezifiziert. Eine wesentlich geringere Zeitkonstante besitzt das Minitherm-SOT-42-Gehäuse (TSU 102). Minitherm F ist eine modifizierte Version des SOT-42-Gehäuses, sie erlaubt sehr kurze Reaktionszeiten. Nach der Luftstrommethode ist die Zeitkonstante beipielsweise 2 s für den Typ TSU 102 und 0,2...0,4 s für das modifizierte SOT-42-Gehäuse (TSF 102). Für Strömungsmesser sind diese kurzen Reaktionszeiten vorteilhaft. Sie wird im wesentlichen durch eine Temperaturfahne erreicht, die in das Gehäuse eingespritzt wird, da sie die Umgebungstemperatur sehr schnell an den Kristall weitergibt. Diese Fahne ist vom Widerstand bzw. vom Kristall isoliert, um dem Konstrukteur größeren Spielraum bei der Auslegung der Strömungs- bzw. Temperaturmesser zu geben.

Anwendungen

Der temperaturabhängige Widerstand des SRS-Sensors kann durch Stromeinprägung auf eine Spannungsmessung zurückgeführt werden. Mit Operationsverstärkern oder hochverstärkenden Darlington-Transistoren kann die geringe Spannungsänderung auf die gewünschte Sollspannung zur Anzeige bzw. Auswertung gebracht werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Impulserzeugung oder Impulsweitenmodulation durch den temperaturabhängigen Widerstand. Hiervon wird vielfach bei Gas- oder Störmungsflußmessern Gebrauch gemacht.

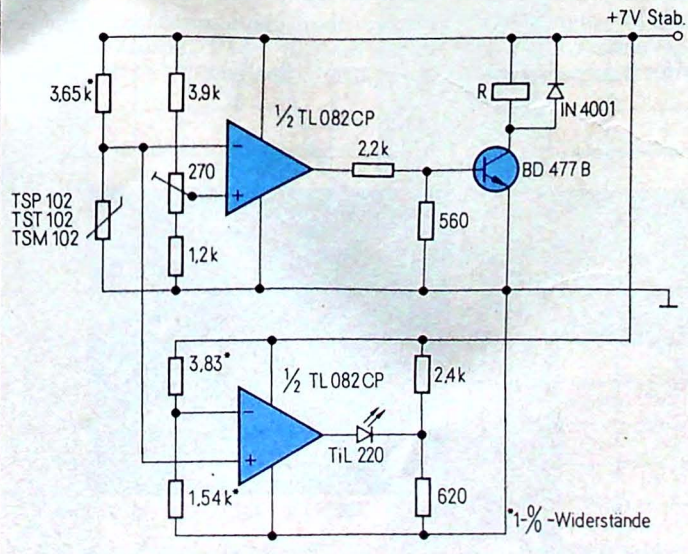


Bild 6. Motorschutzschaltung mit Übertemperatur-Vorwarnung. Abschalttemperatur 94°, Vorwarntemperatur 82 °C

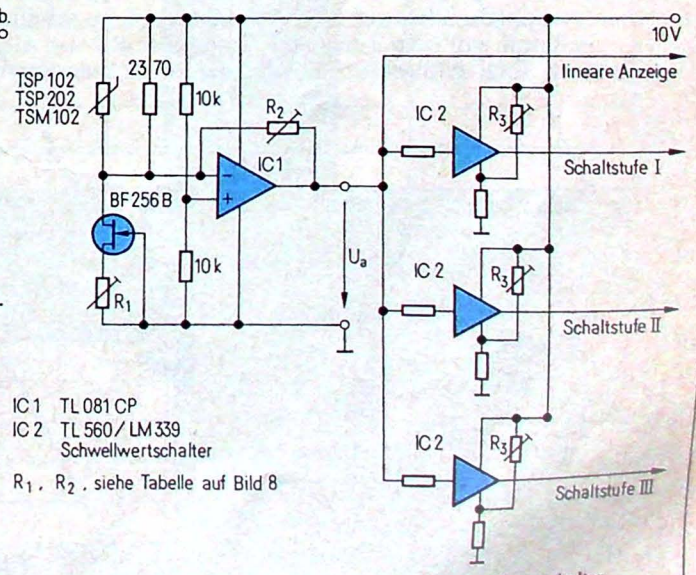


Bild 7. Universelle Temperaturanzeige und Schwellwertschalter

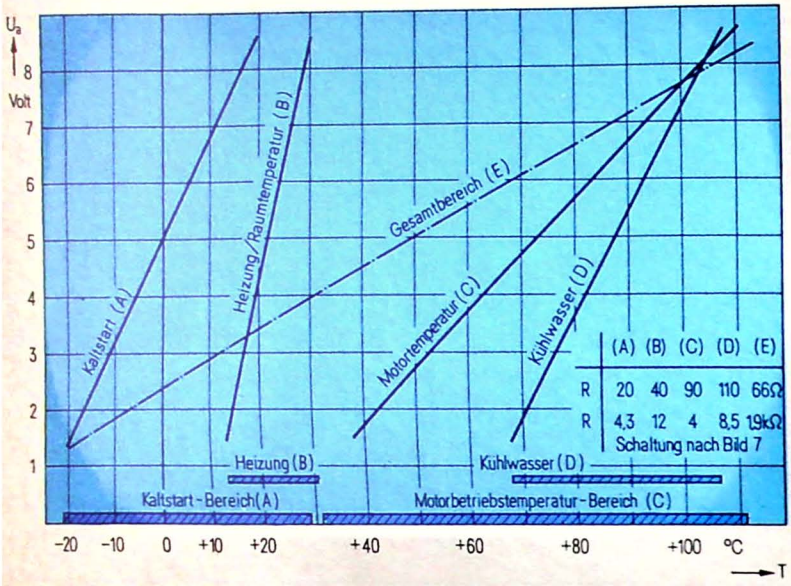


Bild 8. Ausgangsspannung der Schaltung Bild 7 als Funktion der Temperatur für verschiedene Werte von R 1 und R 2

Mit der Schaltung nach *Bild 5* ist eine einfache Übertemperaturanzeige mit einstellbarem Ansprechwert zu realisieren. Die Diode von 6,8 V erlaubt den Betrieb an einer Bordspannung von 8...15 V. Am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers kann die Grenztemperatur im Bereich von etwa 90 °C bis 130 °C eingestellt werden.

Eine Schutzschaltung für Übertemperatur zeigt *Bild 6*. Die Schaltung ist mit einer Vorwarnanlage ausgerüstet, die etwa 10 °C vor Erreichen der kritischen Abschalttemperatur eine Warnanzeige einschaltet. Als Sensoren können die Typen TSP 102, TSU 102 oder TSM 102 benutzt werden. Die Stromeinprägung ist bei + 25 °C Umgebungstemperatur etwa 1,5 mA und fällt bei der oberen Temperatur etwa auf 1,3 mA ab. Die Schaltstufe mit dem Transistor BD 477B kann auch größere Schaltrelais steuern. Um den Motor nicht zu überlasten, kann durch das Schaltrelais die Benzinzufuhr gedrosselt oder die Zündung unterbrochen werden. Die Vorwarntemperatur läßt sich z. B. auf 82 °C einstellen, während die Abschalttemperatur etwa im Bereich von 90 °C bis 95 °C liegt.

Eine universelle Temperaturmeß- und Schaltanordnung mit einem Linear- sowie drei Schaltausgängen zeigt *Bild 7*. Die Stromeinprägung übernimmt der FET BF 256 B. Dies hat den Vorteil, daß beim Durchfahren eines großen Temperaturbereiches der einmal durch R 1 eingestellte Strom konstant bleibt. Der Sensor TSP 102 wird mit einem Parallelwiderstand von 2370 Ω betrieben, um eine lineare Charakteristik zu erhalten. Mit dem Potentiometer R 2 ist die Verstärkung und damit die Dehnung des Temperaturbereiches einstellbar, während R 1 die Mittentemperatur bestimmt. Die Schaltstufen am Ausgang des Verstärkers werden über den Schwellwertschalter TL 560 gesteuert. Er besitzt eine definierte Hysterese, die das Flattern der Schaltrelais im Grenzbereich vermeidet. Die Schaltpunkte sind mit dem Potentiometer R 3 auf verschiedene Temperaturwerte einzustellen. *Bild 8* zeigt die Ausgangsspannung U_a als Funktion der Temperatur im Bereich von – 20 °C bis 120 °C sowie in vier unterteilten Bereichen, die z. B. für Kaltstart, Heizung, Motorbetriebstemperatur und Kühlwasserüberwachung benutzt werden können.

Die Pulsweitenmodulationsschaltung nach *Bild 9* für einen Strömungsflußmesser benutzt den Sensor TSP 102. Die dreieckförmige Schwingung von etwa 30 Hz wird durch die Beschaltung der IS 1 bestimmt. Über den nichtinvertierenden Eingang des Komparators IS 2 arbeitet der TSP 102, der in Serie mit einem 1,5-kΩ-Vorwiderstand gelegt ist.

Die Pulsweiten-Grundeinstellung bzw. die Eichung der Schaltung wird mit dem Potentiometer von 1,5 kΩ vorgenommen. Bei einem praktischen Versuchsaufbau wurde der Sensor in einem Strömungsrohr von 6,35 mm Innendurchmesser angeordnet. Das Puls-Pausen-Verhältnis für zwei verschiedene Einstellungen des 1,5-kΩ-Potentiometers zeigt *Bild 10*.

Literatur

Wiemer, Matzen, Tribble, McIntire, Bialek: Planar Semiconductor Temp. Sensor for Automotive Applications.

Tarpley: Temperature-resistance characteristics of the TSP 102 PTC silicon thermistor. TI-Applikationsbericht.

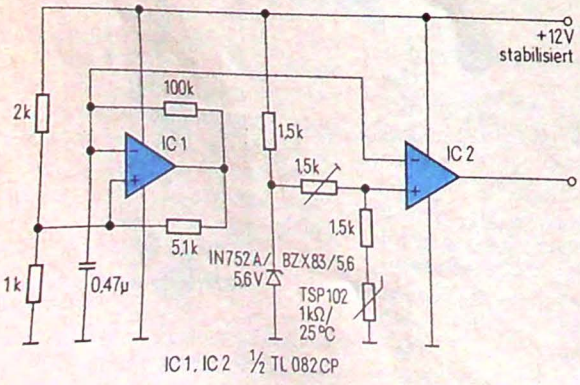


Bild 9. Pulsweitenmodulator-Schaltung für Strömungsmesser

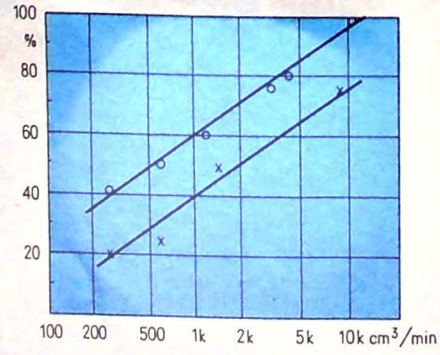


Bild 10. Strömungsgeschwindigkeit als Funktion der Pulsweite für zwei verschiedene Einstellungen des 1,5-kΩ-Potentiometers (Rohrdurchmesser = 6,35 mm. Schaltung nach Bild 9)

Neuer Sperr- und Hochpaßfilter in Kleinausführung

Zur Beseitigung störender Beeinflussungen bei Antennenverstärkern, aber auch bei Fernseh- und Tonrundfunkempfängern durch örtliche benachbarte Sendestationen von Rundfunk, CB-Funkern, Funkamateuren, kommerziellen und behördlichen Funkdiensten [1] benötigt man Sperrfilter und Hochpässe. Neben den bekannten diesbezüglichen Ausführungen mit Klemmanschluß, kam jetzt die Firma Karl Lumberg KG, Halverstr. 94, 5885 Schalksmühle 1, mit einer Entstörmittel-Serie (*Bild 1*) in wesentlich kleineren Abmessungen (16 mm x 18 mm x 46 mm) heraus, die durch das vollkommen geschlossene Metallgehäuse absolut störstrahlsicher ist und Steckverbinder nach DIN 45325 hat. Diese Filter mit 50...75 Ω Ein- und Ausgangsimpedanz werden einfach zwischen Antennenkabel und den Eingang des Antennenverstärkers bzw. Fernsehempfängers gesteckt, die heute meist diesen genormten Anschluß besitzen.

Bei den neuen Ausführungen handelt es sich um das „Sperrfilter BSX 27", das den CB-Bereich um 40 dB sperrt, aber LMK von 0,1...20 MHz und den Bereich 37...870 MHz (FS-Bänder I, III, IV/V, UKW) durchläßt. Es sperren die „Hochpässe HP 40-S" den LMK-Bereich 0,1...30 MHz, „HP 85-S" den Frequenzbereich 0,1...70 MHz, „HP 174-S" den Bereich 0,1...150 MHz und HP 470-S den Bereich 0,1...440 MHz. Die Durchgangsdämpfung beträgt je nach Ausführung <1 bzw. <2 dB und ist vernachlässigbar. Den Dämpfungsverlauf in Abhängigkeit von der Frequenz der oben aufgeführten Ausführungen zeigen die *Bilder 2* bis *6*. Über die Anwendung von Sperrfiltern und Hochpässen wurde in [1] ausführlich berichtet.

Egon Koch

Literatur

[1] *Koch, Egon:* Funkstörungen in Antennenverstärkern. FUNKSCHAU 1977, Heft 12.

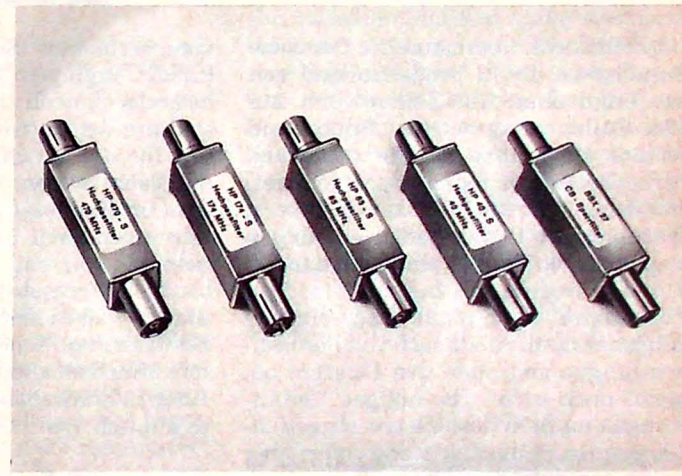


Bild 1. Sperr- und Hochpaßfilter in Kleinausführung

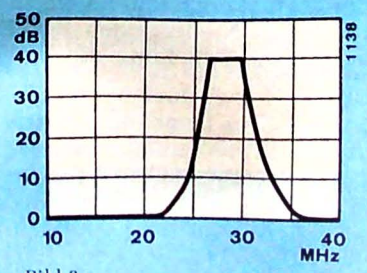


Bild 2

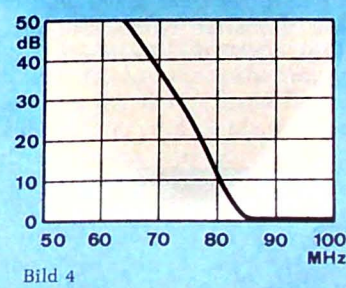


Bild 4

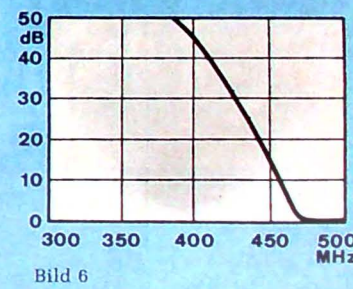


Bild 6

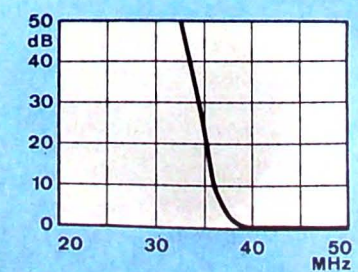


Bild 3

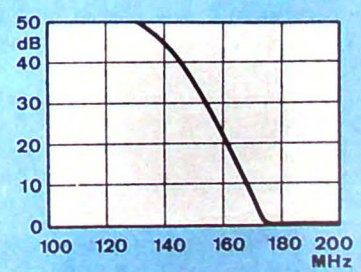


Bild 5

2. Sperrfilter BSX-27

3. Hochpaß HP 40-S

4. Hochpaß HP 85-S

5. Hochpaß HP 174-S

6. Hochpaß HP 470-S

Es war ein bedeutendes politisches, vornehmlich aber auch technisches Ereignis, als nach monatelangen Vorbereitungen am 2. Juni 1953 die Krönung von Elisabeth II. zur englischen Königin direkt aus der Westminster Abbey auf 13 Fernsehsender in Frankreich, Holland und Deutschland mit West-Berlin übertragen wurde – natürlich in Schwarzweiß. Die Bildqualität war, wenn man sie mit den glanzvollen Farbbildern vom Besuch der Queen Ende Mai im Bundesgebiet vergleicht, höchst bescheiden, aber die Zuschauer an den wenigen Fernsehgeräten waren ungemein beeindruckt. Nachstehend schildert einer der beteiligten Postingenieure, wie die Technik in Hinsbeck arbeitete.

Vor 25 Jahren

Am 2. Juni 1953 wurde aus London die Krönung von Elisabeth II. in drei Länder auf dem Kontinent übertragen

In Hinsbeck übernahm die Deutsche Bundespost die in Breda/Holland von der englischen 405-Zeilen-Norm auf 625 Zeilen umgesetzten Bilder und reichte sie weiter an die deutschen Fernsehsender Langenberg, Hannover, Hamburg, Berlin, Köln, Feldberg, Weinbiet und Baden-Baden – mehr gab es damals, ein halbes Jahr nach dem offiziellen Beginn des bundesdeutschen Fernsehens, noch nicht. Auch ein Leitungsnetz zum Austausch von Fernsehsendungen zwischen den Ländern bestand noch nicht. Die nötigen Verbindungen mußten deshalb erst eingerichtet werden. Viel Zeit stand dafür aber nicht zur Verfügung.

Erinnern wir uns, die wir damals an den Vorbereitungen des Vorhabens beteiligt waren, so müssen wir uns wundern, mit welchem Mut und welcher Zuversicht wir damals in Kenntnis der voraussehbaren Schwierigkeiten das Projekt angingen. Die Fernsehtechnik befand sich noch ziemlich im Anfangsstadium der Entwicklung. Das gleiche gilt für die Richtfunktechnik. Knapp drei Jahre waren erst vergangen, seitdem im Bundesgebiet die ersten Fernsehsender ihren Versuchs-Betrieb aufnahmen. Nur eine Richtfunklinie verband die Fernsehstudios und Fernsehsender zwischen Hamburg, Köln, Frankfurt und Baden-Baden. Eine weitere Linie verband Berlin mit Hamburg. Auch in den benachbarten Ländern sah es ähnlich aus.

Die ersten Besprechungen zur Verwirklichung der Fernsehübertragung aus London begannen gegen Ende 1952 zwischen den Rundfunkanstalten und Postverwaltungen der beteiligten Länder. Der damalige Nordwestdeutsche Rundfunk (NWDR), Hamburg, übernahm die organisatorischen Aufgaben für das deutsche Fernsehsendernetz. Die Deutsche Bundespost, insbesondere das Fernmeldetechnische Zentralamt in Darmstadt (FTZ), wurde mit den übertragungstechnischen Maßnahmen betraut. Dessen Fachleute für die Richtfunk- und Fernsehtechnik besprachen mit ihren Kollegen von der niederländischen Postverwaltung die technischen Einzelheiten für die Übernahme der Fernsehsignale, die über deren Gebiet mittels Richtfunk in die Bundesrepublik übertragen werden sollten.

Im ganzen wurde von London aus eine teilweise provisorische Richtfunklinie zusammengestellt, die zwischen Swingate und Cap Blanc Nez (Frankreich) den Kanal überquerte, dann weiter durch Frankreich und Belgien nach Breda in den Niederlanden lief. Hier endete zunächst die Linie, die das eng-

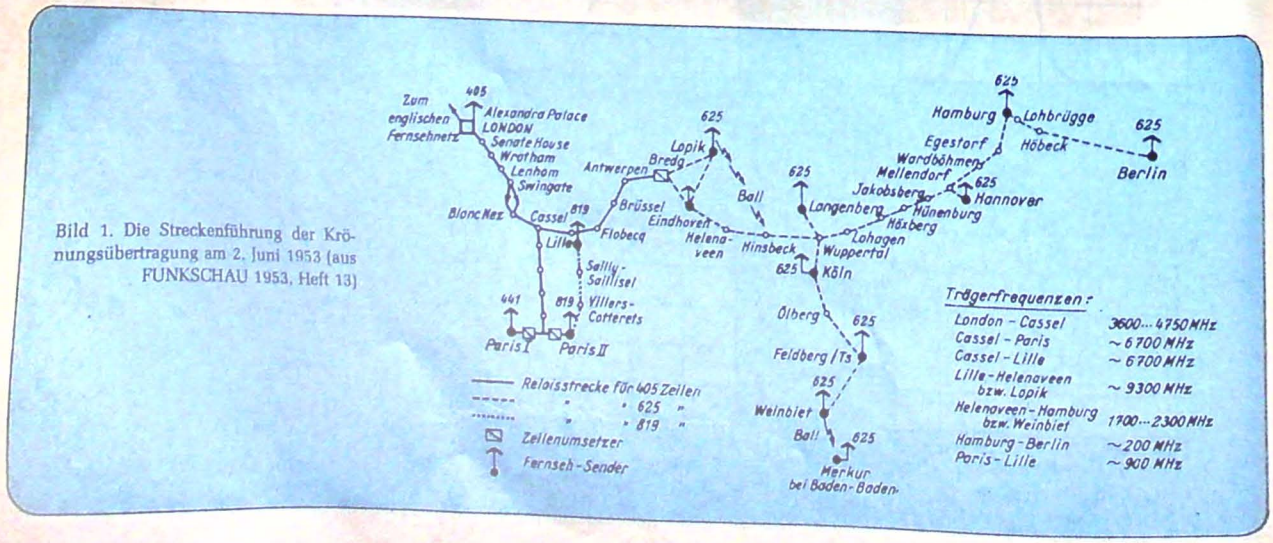


Bild 1. Die Streckenführung der Krönungsübertragung am 2. Juni 1953 (aus FUNKSCHAU 1953, Heft 13)

lische Fernsehsignal mit der 405-Zeilen-Norm übertrug, auf einem Kirchturm. Ein optischer Normwandler setzte das Fernsehsignal hier in die 625-Zeilen-Norm um. Dieses neue Signal lief dann über die provisorisch eingerichtete Richtfunkstrecke über Helenaveen (Niederlande) zur ebenfalls provisorischen deutschen Richtfunkstelle, die auf einem Hügel bei Hinsbeck nahe der niederländischen Grenze aufgestellt war (*Bild 1*).

Drei große Ü-Wagen des FTZ und einer des NWDR enthielten die richtfunk- und fernsehtechnischen Einrichtungen (*Bild 2*). Auch ein Nostromaggregat war aufgestellt. Der aus Telegrafenstangen zusammengeschraubte Mast trug die Antennen. Es waren dies zwei Parabolspiegel – je einer für die aus Helenaveen ankommende und die nach Wuppertal weitergeführte Richtfunklinie –, eine große Dipol-Gruppe zum Empfang des niederländischen Fernsehsenders Lopik (Kanal 4) und eine kleinere Dipol-Gruppe zum Empfang des niederländischen Fernsehsenders Eindhoven (Kanal 5). Das jeweils beste empfangene Fernsehsignal sollte später in das deutsche Netz weitergegeben werden. Um dies zu ermöglichen, war in einem der Ü-Wagen ein Mischpult aufgestellt (*Bild 3*), mit dessen Hilfe ein unterbrechungsfreies Überblenden möglich war.

Die gesamte Übertragungsstrecke wurde gegen Ende April 1953 erprobt. Dabei stellte sich heraus, daß das in Hinsbeck empfangene Fernsehsignal neben Pegelschwankungen auch wechselnde Formen des Synchronimpulses zeigte. Daraufhin wurde in aller Eile im Fernsehlabor des FTZ eine Synchronimpuls-Erneuerungseinrichtung entworfen und gebaut, um sicherzustellen, daß das an die deutschen Fernsehsender abgelieferte Signal auch dann noch die Synchronimpulse enthält, wenn infolge einer Unterbrechung kein Fernsehsignal mehr empfangen wird. Die deutschen Fernsehsender wurden somit gegen einen Totalausfall gesichert.

Wie diese Einrichtung arbeitete, soll kurz beschrieben werden: Das empfangene Fernsehsignal wurde in Höhe des Schwarzpegels in Bildinhalt-Signal und in Synchronsignal aufgeteilt. Letzteres synchronisierte einen Oszillator, der die doppelte Zeilenfrequenz an einen Norm-Taktgeber weitergab. Dessen normgemäße Austast- und Synchronimpulse wurden dann in einem Modulationsgerät mit dem vorher abgetrennten Bildsignal wieder zusammengesetzt, nachdem letzteres von seinen Pegelschwankungen befreit war. Das nunmehr normgemäße Fernsehsignal

Bild 2. Die provisorische Richtfunkstelle Hinsbeck, nahe der holländischen Grenze, mit Parabolspiegeln und Ballempfangsantennen

wurde an den Richtfunksender – Richtung Wuppertal – abgegeben. Das Blockschaltbild der Stationseinrichtung zeigt *Bild 4*.

Die Station Hinsbeck war am Tage der Krönung von 8 bis 23 Uhr ununterbrochen in Betrieb. Abgesehen von unwesentlichen Störungen (geringfügige Streifen oder Rauscheinbrüche) konnten die Fernsehbilder der Krönungsfeierlichkeiten mit ausreichender Qualität übertragen werden. Dank der Möglichkeit, das Fernsehsignal auf dem Wege des Ballempfangs vom Sender Lopik zu übernehmen, konnten Ausfälle der Richtfunkstrecke zwischen Breda und Hinsbeck überbrückt werden. Das war während der Krönungsübertragung in etwa 10 % der Zeit erforderlich. Fernsehbilder, die vom Schirm des Kontrollempfängers am Richtfunksender aufgenommen wurden, zeigen die ausreichend bis gute Qualität sowohl beim Empfang über Richtfunk als auch beim Ballempfang (*Bild 5*).

Im wesentlichen dürfte der verhältnismäßig wenig gestörte Empfang der Fernsehsendung von der Krönung der Impulserneuerungs-Einrichtung zu verdanken sein, die den deutschen Fernsehteilnehmern zu einem guten Miterleben dieses einmaligen, großen Ereignisses der damaligen Zeit verholfen hat.

Hans Bödeker

*

In FUNKSCHAU 1953/Heft 13 war ab Seite 229 ein umfangreicher, auf langwierigen Recherchen beruhender technischer Bericht von der Übertragung des 2. Juni abgedruckt, dem wir die Karte (Bild 1) entnahmen. Mit Staunen hörten wir, daß die BBC in London nicht weniger als 100 Techniker für diese Fernsehübertragung einsetzte und 21 Kameras benutzte und daß die Chefkameraleute in Westminster Frack tragen mußten. Wir sind es heute gewohnt, via Satellit und dank einer perfekten digitalisierten Normwandlung Fernsehprogramme aus der ganzen Welt auf unseren Empfängern zu sehen. Welch ein Unterfangen seinerzeit alleine die Normwandlung war, mag nachfolgender Absatz aus dem erwähnten FUNKSCHAU-Bericht beweisen:

„Die von Philips in Breda benutzte Normwandler-Anlage entsprach weitgehend dem Gerät, das im Sommer 1952 von Marconi für erste Übertragungen zwischen England und Frankreich eingesetzt worden war. Alle diese Konstruktionen sehen einen Empfänger vor, auf dessen Schirm das Bild in Norm I erscheint und das von einer Kamera mit Norm II abgetastet wird. Dabei ist der Bildwechsel beider Geräte synchronisiert. Der Unterschied der Zeilenzahl jedoch zwingt zu zwei Kunstgriffen.

Nachleuchten: Zur Erzeugung eines stetigen Bildes muß die Nachleucht-

Bild 3. Richtfunkeinrichtung. Kontrollempfänger und Mischpult in der Station Hinsbeck, Mai/Juni 1953

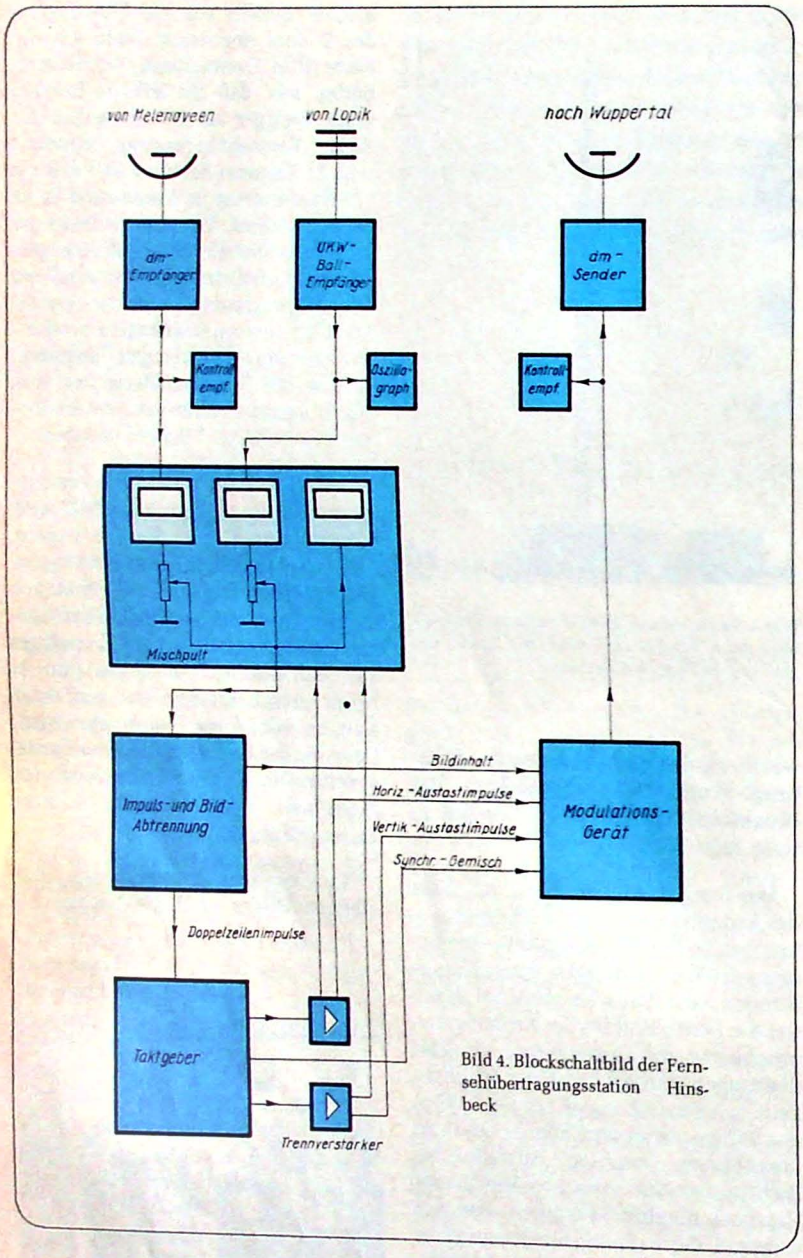


Bild 4. Blockschaltbild der Fernsehübertragungsstation Hinsbeck

dauer des Schirmbildes auf $^1/_{100}$ Sekunde erhöht werden. Diese Zeitdauer ist sehr kritisch, denn bei zu langer Nachleuchtdauer wird das Bild unscharf, weil inzwischen das nächste Raster erscheint.

Wobbeln: Beim Übersetzen von 405 auf 625 Zeilen fällt zwar die erste Zeile der neuen Norm mit der ersten Zeile des ankommenden Bildes zusammen, die zweite neue Zeile fällt jedoch etwa in den Raum zwischen zwei Zeilen. Hier ist die Lichtstärke geringer, und störende Helligkeitsunterschiede sind die Folge. Zur Abhilfe schreibt man die Zeile auf dem Empfängerbildschirm „breit", d. h. der Elektronenstrahl wird durch eine besondere Ablenkspule bei seinem Weg über den Bildschirm rasch auf und nieder bewegt (gewobbelt). Dabei verschwindet der mehr oder minder dunkle Raum zwischen den Zeilen, d. h. die Zeilenhöhen überlappen sich etwas. Der Empfänger hatte eine Bildfläche von 9 cm x 12 cm, die Kamera trug ein Leica-Objektiv (f = 5 cm, 1:3,5).

Wenn die kritischen Zuschauer der Übertragung in Deutschland zeitweilig die Bildgüte bemängelten und Streifigkeit, Zeilenstruktur, grobe Rasterung und Überstrahlungen, harte Kontraste usw. feststellten, so kommt dies wohl ganz auf das Konto des Zeilenumsetzers, dessen Durchentwicklung sicherlich noch nicht abgeschlossen ist. Schließlich bedeutet das Zeilenwobbeln eine vorsätzliche Verminderung der vertikalen Schärfe, desgleichen trägt die verlängerte Nachleuchtzeit zur Qualitätsminderung bei. Es ist zu hoffen, daß man evtl. ein rein elektrisches System für die Zeilenfrequenzwandlung findet..."

Soweit das Zitat aus der FUNKSCHAU des Jahres 1953. ■

Bild 5. Bildschirmfotos, aufgenommen in Hinsbeck; links: Bild über Richtfunk, rechts: Bild bei Ballempfang von Sender Lopik (Kanal 4)

Neue Technologien haben es oft schwer, sich auf dem Markt durchzusetzen – besonders, wenn sie dabei gegen bereits eingeführte und derzeitig wirtschaftliche Technologien antreten müssen. In dieser Lage befinden sich zur Zeit fast alle Verfahren zur Energiegewinnung aus Sonnenstrahlung, denn heute sind fossile Brennstoffe – Kohle, Erdöl und Erdgas – noch so billig, daß von vielen solche Anlagen wie Solarheizungen, Windmotoren oder Solargeneratoren als mehr oder weniger spleenige Spielereien einiger Enthusiasten angesehen werden.

Billiges Solarzellenmaterial für die Zukunft?

Solange eine neue Technologie geringen Umsatz hat, sind zwangsläufig die Preise ihrer Produkte hoch, denn Entwicklungs- wie Fertigungskosten müssen auf nur kleine Stückzahlen umgelegt werden. Gelingt es jedoch, die Preise zu senken, dann wächst der Kaufanreiz; der größere Absatz führt wiederum zu größeren Herstellungsserien, und die Preise können noch weiter fallen. Das Ganze entspricht einer Art Rückkopplungsprozeß, und auch hier erfolgt der Anstieg – in diesem Fall die Verbreitung des Produktes – um so schneller, je größer die zum Einsatzzeitpunkt zur Verfügung stehende „Rückkopplungsenergie" ist.

In Anbetracht der feststehenden Tatsache, daß unsere herkömmlichen fossilen Brennstoffe in absehbarer Zukunft zur Neige gehen, kommt dem kürzlich vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) vorgelegten Programm, „Technologien zur Nutzung der Sonnenenergie 1977 bis 1980" große Bedeutung zu. Geschickt angewendet, kann es einen erheblichen Beitrag zur Verstärkung des „Rückkopplungsprozesses" bei der Einführung der Solartechnik leisten.

Einer der Schwerpunkte des Programms ist eine auf 160 Millionen DM veranschlagte „Untersuchung und Entwicklung von industriellen Herstellungstechnologien für terrestrische Solarzellengeneratoren und dem dazu geeigneten Basismaterial". Diese wichtige Aufgabe wurde Anfang des Jahres den Fimen AEG-Telefunken und Heliotronic[1]) gemeinsam übertragen.

Elektrischen Strom mit Hilfe von Solarzellen aus der Sonnenstrahlung zu gewinnen, ist ein ausgesprochen umweltfreundliches und zuverlässiges Verfahren, und die entsprechenden Einrichtungen – sogenannte „Solargeneratoren" – zeichnen sich durch lange Lebensdauer und geringen Wartungsaufwand aus. Ihrer weiten Verbreitung steht bisher allerdings noch der relativ hohe Preis der Solarzellen entgegen. Wirtschaftlich einsetzen lassen sich Solargeneratoren deshalb bis heute nur dort, wo entweder – wie bei der Raumfahrt – ihre Kosten nur eine untergeordnete Rolle spielen oder wo die Einrichtungskosten für eine herkömmliche Stromversorgung ungewöhnlich hoch sind – wie etwa bei Radiorelaisstellen, automatischen Wetterstationen, ozeanografischen Meßbojen und ähnlichen Einrichtungen an vom Stromnetz weit entfernten oder unzugänglichen Orten.

Dabei ist zu beachten, daß die Solarzellenbatterie im allgemeinen nur einen Teil des ganzen Solargenerators ausmacht. Die von ihr gelieferte elektrische Energie ist spannungs- und strommäßig meist nicht für einen direkten Betrieb der angeschlossenen Geräte zu verwenden, sondern muß erst geeignete Gleichstrom/Gleichstrom- oder Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler durchlaufen. Bei terrestrischen Anlagen – also solchen, die nicht im Weltraum arbeiten – müssen außerdem passend bemessene Speicherakkus für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung auch während der Nacht- oder Schlechtwetterzeiten sorgen.

Beim heutigen Stand der Technik ist bei terrestrischen Solargeneratoren mit Solarzellenkosten von etwa 50 DM/W zu rechnen, und noch einmal etwa der gleiche Betrag muß für die Energieaufbereitung, den Einbau in den Generator und die Installation angesetzt werden. Eine größere Verbreitung dieser Technik ist nur zu erwarten, wenn sich der

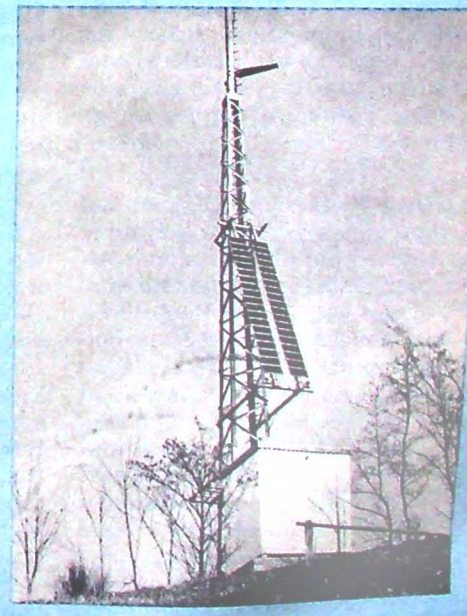


Bild 1. Seit Oktober 1977 wird der erste Fernseh-Füllsender der Bundesrepublik Deutschland mit Sonnenenergie betrieben. Im Sendebereich des Südwestfunks versorgt dieser Fernsehumsetzer die 400 Einwohner des in einem Tal der Eifel gelegenen Dorfes Lasel mit den Ausstrahlungen des 1. Programms. Der Solargenerator zum Betrieb des Füllsenders besteht aus 38 Moduln. Jedes ist aus 32,5 cm x 5 cm großen, monokristallinen Siliziumsolarzellen aufgebaut. Sie wurden durch einen automatischen Schweißprozeß elektrisch miteinander verschaltet und anschließend zum Schutz gegen Umwelteinflüsse zwischen zwei Glasscheiben – ähnlich dem Verbundglassystem – eingebettet. Zum mechanischen Schutz und für die spätere Montage erhielten die Moduln abschließend einen Metallrahmen.
Der Generator hat eine Spitzenleistung von 350 W und ist damit so ausgelegt, daß für den Nachtbetrieb und für Zeiten mit geringer Sonneneinstrahlung eine ausreichende Energiemenge in einer Batterie gespeichert werden kann (Foto: AEG-Telefunken)

[1]) Die Heliotronic Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft für Solarzellen-Grundstoffe mbH ist eine eigens zu diesem Zweck gegründete 100-%-Tochter der Wacker-Chemie GmbH.

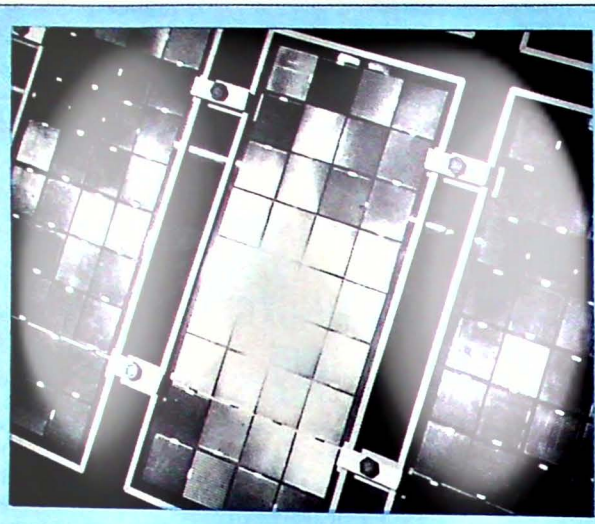


Bild 2. Solargeneratoren des Typs MQ 36/O von AEG-Telefunken werden elektrische Energie zum Betrieb von Fernsehempfängern für Programme des Bildungsfernsehens in Ländern der Dritten Welt liefern. Hierfür wird die tagsüber eingestrahlte Sonnenenergie nach der Umwandlung durch die Solargeneratoren in Batterien gespeichert. In den Abendstunden betreiben dann die „gespeicherten Sonnenstrahlen" die Fernsehgeräte (Foto: AEG-Telefunken)

Preis von Solarzellen mit etwa 10% Wirkungsgrad innerhalb des nächsten Jahrzehnts um etwa den Faktor 25...30 senken läßt.

Das jetzt angelaufene Programm stützt sich auf eine von AEG-Telefunken mit Unterstützung des BMFT seit 1975 durchgeführte Experimentalstudie und soll die kritische Phase der hohen Anfangskosten aufgrund der zur Zeit noch geringen Produktion überwinden. Es sieht die Erstellung von Prototypgeneratoren für insgesamt 70 kW vor. Vorplanungen für weitergehende Entwicklungsprogramme sehen für 1981 bis 1983 Jahreskapazitäten von rund 150 kW und für 1984 bis 1985 eine nochmalige Verdoppelung der Jahreskapazität vor.

Die Firma Wacker-Chemie kann auf eine schon jahrzehntelange Erfahrung in der Herstellung von Siliziummaterialien zurückgreifen. Ferrosilizium und Kalziumsilizium gehören seit 1926, Siliziumkarbid seit 1933 zum Fertigungsprogramm. Nach dem letzten Krieg nahm man die Forschungen auf dem Silicongebiet auf, und in den 50er Jahren begann die Entwicklung und Herstellung von Reinstsilizium. Mit einem Jahresumsatz von 150 Millionen DM deckt dieses Unternehmen heute etwa 20...25 % des Reinstsiliziumbedarfs der westlichen Welt. Die neugegründete Tochterfirma Heliotronic steht also auf einer soliden Grundlage, welche durch enge Zusammenarbeit mit dem Fraunhoferinstitut für Festkörpertechnologie in München, mit dem Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart und mit dem Fraunhoferinstitut für angewandte Festkörperphysik in Freiburg noch gefestigt wird.

Während die Arbeiten von Heliotronic auf das Basismaterial zielen, wird AEG-Telefunken ihre mehr als zehnjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Solarzellen- und -generatorenherstellung ausnutzen. Dank der Förderung durch das BMFT konnte sich dieses Unternehmen bereits mit Erfolg an zahlreichen internationalen Projekten beteiligen und gilt heute als in Europa führend auf dem Gebiet der Raumfahrtstromversorgung mit Solargeneratoren.

Bisherige Prototypen von terrestrischen Solargeneratoren haben die erwarteten Vorteile bestätigt. Anlagen bis 100 W sind heute bereits in manchen Fällen mit herkömmlichen Stromversorgungssystemen konkurrenzfähig. Im Zuge der Entwicklung denkt man aber auch an größere Anlagen bis zu 10 kW für stationäre Richtfunk- und Radareinrichtungen (*Bild 1*), Flughafenbefeuerungen, Verkehrssteuerungssysteme, kleinere Notstromaggregate und dezentrale Gebäudestromversorgungen in tropischen und subtropischen Gegenden und schließlich an Anlagen mit mehreren 100 kW für Großradaranlagen, Notstromaggregate oder die Stromversorgung von Dörfern oder Industrieanlagen in sonnenreichen Gebieten. Da besonders die derzeitigen Entwicklungsländer oft über sehr viel Sonnenenergie verfügen – im Äquatorgürtel beispielsweise über rund 1 kW/m^2 –, bietet sich damit für sie eine günstige Gelegenheit, durch elektrischen Betrieb von Bewässerungs-, Meerwasserentsalzungs- und ähnlichen Anlagen ihre Lebensbedingungen wesentlich zu verbessern (*Bild 2*), ohne erst ein weiträumiges und kostspieliges Überlandstromversorgungsnetz aufbauen zu müssen.

Ausgangspunkt der jetzt anlaufenden Entwicklung ist das von Wacker-Chemie bereits entwickelte polykristalline Siliziummaterial „Silso" für Solarzellen. Dieses Material läßt sich in verhältnismäßig großen Scheiben (z. Z. 110 x 110 mm) mit einer Schichtdicke von 400 ± 50 µm herstellen. Die Möglichkeit seiner Massenproduktion mit hohem Automatisierungsgrad verspricht niedrige Herstellungskosten – eine der wesentlichen Voraussetzungen für den zukünftigen Markterfolg. Prototypzellen zeigen mit 9,3...11,8 % einen weit über den für polykristallines Material sonst üblichen Werten von 5...6 % liegenden Wirkungsgrad mit günstiger I-U-Charakteristik (Kurvenfaktor ≧ 70 %) und geringen Streuungen. An einzelnen Testscheiben wurden auch schon Wirkungsgrade bis 14 % erreicht.

Die von Heliotronic aus dem derzeitigen Silso-Material weiterentwickelten Materialien sollen von AEG-Telefunken laufend auf ihre Eignung zur Herstellung von Solarzellen überprüft werden, um Anhaltspunkte für die Materialoptimierung zu erhalten. Geeignete Materialien will man dann – entsprechend den einzelnen Entwicklungsstufen – zu Solarzellen verarbeiten und in Generatormoduln einbauen, die schließlich zusammen mit den inzwischen gleichfalls weiterentwickelten Stromaufbereitungseinrichtungen als Gesamtsysteme in der Praxis erprobt werden.

Die Gesamteinstrahlung der Sonne auf die Erdoberfläche beträgt etwa 10^{11} MW. Weniger als ein Zehntausendstel davon würden genügen, um unseren gesamten Weltenergiebedarf zur Zeit zu decken. Werden die hochgesteckten Ziele des Programms erreicht, dann wäre ein wichtiger Schritt zur Ausnutzung dieser ungeheuren Energiereserven geschafft. H. P. S.

Prof. Walter Bruch

Von der Tonwalze zur Bildplatte

100 Jahre Ton- und Bildspeicherung

Walzen und Platten werden Massenprodukt

Bis zu den Millionen Schallplatten, die man bei Bedarf heute von einer Aufnahme produzieren kann und von Bestsellern auch preßt, war es ein beschwerlicher Weg von den vier Walzen, die anfangs ein Sänger gleichzeitig besang, und den bis zu 400 Kopien, die davon durch mechanische Umspielung in den ersten 1890er Jahren hergestellt werden konnten, bei von Kopie zu Kopie mehr abgeschliffener Mutterwalze und damit abnehmender Qualität. Die Herstellung von Kopien durch Guß von Wachs in eine Form war schwer zu lösen, denn die Spirale um die Walze mit den Berg- und Talerhebungen in der Rille durch die Tonschrift hätte in der Form festgesessen, wenn mit einem Trick die unbeschädigte Herausnahme der Walze nicht möglich geworden wäre. Längst sind die Walzen von den Schallplatten verdrängt, deshalb könnte man in diesem historischen Bericht auf die Beschreibung des Herstellungsprozesses für die Walzen verzichten, wenn nicht einige dieser Entwicklungen wiederum Vorbild geworden wären für die Herstellung der in Wachs geschnittenen Schallplatten.

Edison, der von seiner frühen Ausbildung her eigentlich Chemiker war, hatte sich für diese Entwicklungen rechtzeitig einen geschulten Physiker eingestellt. Im Mai 1887 hatte sich ihm ein Deutscher angeboten, Dr. F. Schulze-Berge, geschult am physikalischen Institut der Universität Berlin bei Prof. Helmholtz. Schon 1889 konnte er die erste mit C. Wurth hergestellte, als Kopie gegossene Walze vorstellen. Auf das Ergebnis war man so stolz, daß man dieses erste Exemplar eines Abgusses im Foto für alle Zeiten festhielt (*Bild 89*).

Den Grundgedanken für den Herstellprozeß hatte Edison schon am 21. Oktober 1887 in einem Caveat (der Voranmeldung eines Patentes in den USA) festgehalten [52]; sinngemäß zusammengefaßt sein Inhalt:

> „Für die Herstellung einer Gußform wird die Wachswalze zuerst mit einem dünnen leitenden Metallüberzug versehen. Dazu wird sie in eine Vakuumkammer gebracht und rotierend mit der Metallschicht bedampft. Zwei Elektroden aus Gold oder einem anderen nicht oxydierenden Metall werden dazu mit Bogenentladungen verdampft, die durch wiederholtes Kontaktieren eingeleitet werden. Auf diesem Metallüberzug als Elektrode wird im elektrolytischen Bad dann ein etwa 6 mm starker Kupfer- oder Nickelzylinder aufgetragen. Unter Ausnutzung der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten soll die Originalwalze unbeschädigt wieder aus der Form genommen werden."

Sehr viel mußte gelernt werden, bis es gelang, die Abgüsse unbeschädigt aus der Form zu bekommen. Aber auch der Vorschlag der Metallbedampfung im Vakuum war so avantgardistisch, daß noch etwa zehn Jahre vergehen mußten, bis man diese Methode in der Massenfabrikation einsetzen konnte. Beweis dafür: das Deutsche Reichspatent [53] (*Bild 90*), das erst 1900 angemeldet wurde. Ein seltenes Foto zeigt diese Vakuummetallbedampfungsanlage in der Fabrikation (*Bild 91*). Für die Tonaufnahme benutzte man ein ganz weiches reinweißes Wachs, das vor dem Schnitt, sauber abgedreht und geschliffen, wie poliertes Elfenbein aussah. Das Wachs für die Kopien mußte dagegen nicht nur viel widerstandsfähiger, also härter sein, es mußte auch die Bedingung des Zusammenziehens nach dem Guß gut erfüllen. Eine dunkelbraun gefärbte Mischung wurde dafür verwendet.

Es war mühsam, eine Beschreibung der Gußtechnik zu finden, ein Bild aus einer Publikation vom Jahre 1903 [54] möge sie veranschaulichen (*Bild 92*). Eine Fabrikationsanlage in Edisons Fabrik in Berlin gibt Einblick in das Milieu, in dem diese „Edison-Goldguß-Walzen" hergestellt wurden (*Bild 93*) [1]).

Bild 89. Das erste Exemplar einer nachgeformten Walze vom Jahr 1889

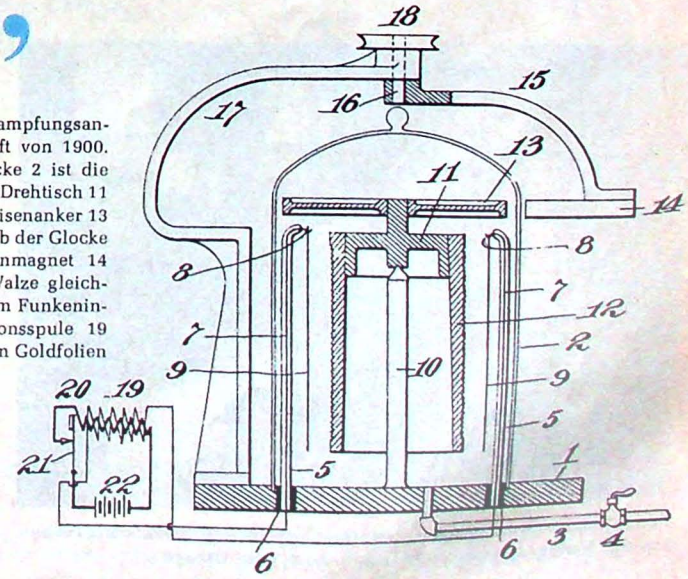


Bild 90. Die Vakuumbedampfungsanlage aus der Patentschrift von 1900. Unter einer Vakuumglocke 2 ist die Wachswalze 12 an einem Drehtisch 11 aufgehängt. Über einen Eisenanker 13 wird von einem außerhalb der Glocke sich drehenden Hufeisenmagnet 14 der Drehtisch mit der Walze gleichmäßig gedreht. Von einem Funkeninduktor mit der Induktionsspule 19 wird zwischen den beiden Goldfolien 9 eine Funkenentladung herbeigeführt, die das Metall zum Verdampfen bringt, dabei schlägt sich das Gold als dünner Überzug gleichmäßig auf der rotierenden Wachswalze nieder

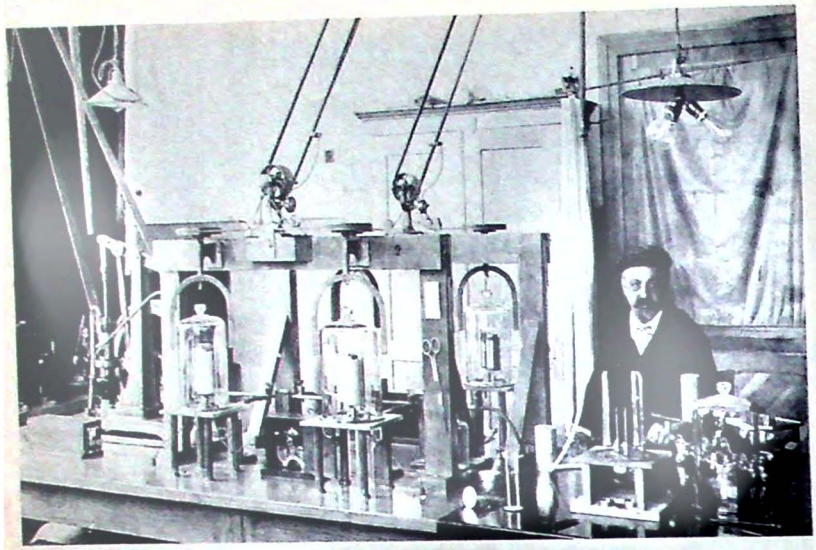


Bild 91. Die Verdampfungsanlagen im Betrieb. Foto zur Verfügung gestellt von Leah S. Burt, West Orange

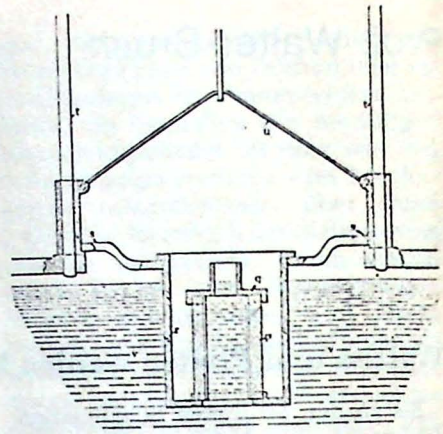


Bild 92. So wurden 1903 die Wachswalzen gegossen. Die Form wird so, wie es das Bild zeigt, in das heiße Wachs gelassen, wobei sich der Innenraum des Zylinders mit Wachs füllt. Wird nach einiger Zeit die Form wieder hochgezogen, so bleibt im Inneren ein Wachszylinder, dessen Dicke von der Wachstemperatur und der Zeit des Eintauchens abhängt. Nach kurzer Kühlung, unterstützt durch einen Kaltluftstrom in das Innere des Zylinders, löst sich die Wachswalze von der Form. Auf einer Art Drehbank wird sie innen nach Vorschrift ausgedreht, die Enden werden angeschrägt und beschriftet

Als man gelernt hatte, das Wachs unter Druck in die Form zu pressen, konnte man noch härtere Wachsmischungen nehmen. Das widerstandsfähigere Material erlaubte einen größeren Druck des Abtasters und damit größere Lautstärke. Der Nachteil der Zerbrechlichkeit der Walzen war auch noch nicht beseitigt, als man bei der „Amberol-Walze" auf eine schwarze Preßmasse überging; die Zusammensetzung war Edisons Geheimnis! Werbung machte den Phonographen populär, auch in Deutschland (Bild 94), denn Fabrikationseinrichtungen für Walzen hatte man jetzt in der ganzen Welt.

Der so ziemlich alleinige Produzent in Frankreich, Emile Pathé in Paris, kündigte 1904 in einer Werbeanzeige [55] stolz an, daß er 50 000 Walzen am Tage herstelle. Seine Kataloge wiesen im Jahre 1904 über 12 000 Titel aus! Bei den Edison-Vertretungen konnte man sich auf Neuerscheinungen sozusagen „abonnieren", denn regelmäßig kam ein Wagen mit den neuesten Walzen auch zu den Außenvierteln (Bild 95).

(Fortsetzung folgt)

[1]) Nicht zuletzt durch die Werbung war der Bedarf an Phonographenwalzen so groß geworden, daß viele Firmen in Amerika und Europa die Fabrikation aufgenommen hatten. Manche produzierten Walzen und Platten nebeneinander, andere, wie z. B. die Deutsche Grammophon, übersprangen die Walze, aber alle gingen irgendwann ausschließlich auf die Platten über. Das gilt auch für Edison, der später auch Platten herstellte, diese aber in Tiefenschrift. Wenn ich mich hier bei der Beschreibung der Entwicklungsgeschichte der Walze auf die Arbeiten von Edison beschränke, dann deshalb, weil der Vater der Walze auch die meisten Impulse für ihre Durchsetzung gegeben hat.

Bild 94. Werbung für den Phonographen um die Jahrhundertwende

Bild 93. Blick in den Produktionsraum für Walzen in Edisons Fabrik in Berlin. Foto zur Verfügung gestellt von Leah S. Burt, West Orange

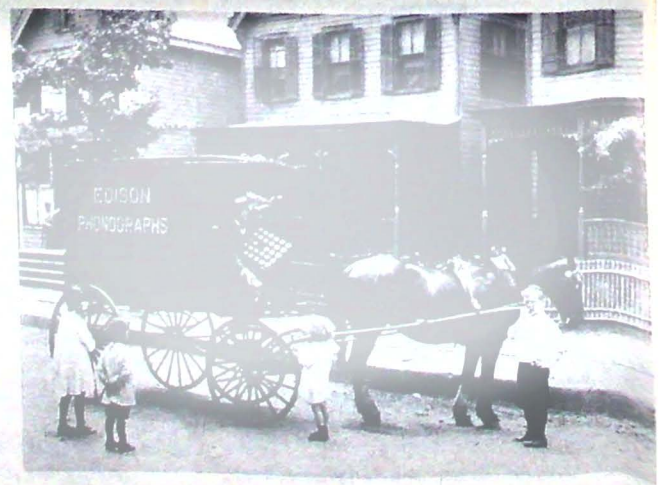


Bild 95. Der Wagen, der jeweils die neuesten Walzen liefert

In diesem Teil der Beitragsreihe wird der Koordinatengeber beschrieben, mit dem eine horizontale, unterbrochene und eine vertikale Linie in den Bildschirm eingeblendet werden können. Beide Linien sind in ihrer Lage verschiebbar.

Das Fernsehgerät als Oszilloskop

Eine Serie für technisch Fortgeschrittene

4. Teil

Bei zwei nach einer NAM-Konfiguration verbundenen Transistoren übernimmt der Transistor den Gesamtstrom und sperrt den anderen, dessen momentanes Basispotential am positivsten ist (bei npn-Transistoren). Auf diese Weise läßt sich das Oszillogramm konturensauber aus dem Helligkeitssignal herausheben (siehe Bild 5 und 6). Der weitere Signalweg ist aus dem Schaltbild Bild 29 ersichtlich.

4.5 Koordinatengeber

Mit Hilfe dieses Schaltungszusatzes (*Bild 31*) können eine horizontale, unterbrochene Linie und eine vertikale Bezugsachse eingeblendet werden. Beide Linien sind in ihrer Lage verschiebbar, um zum Meßsignal die gewünschte Relation herzustellen (*Bild 32*). Wird das Potentiometer, das zur Lageverschiebung der horizontalen Linie dient, mit einer Pegeleichung versehen, so kann direkt die Amplitude des zu messenden Signals abgelesen werden (*Bilder 33, 34* und *35*).

Hinweis: Die Amplitude entspricht immer einer bestimmten Zeilenzahl. Eine automatische Amplitudenmessung wird somit auf das Auszählen von Zeilen beschränkt.

Die vertikale Bezugslinie wird aus einem A-Signal abgeleitet (Bild 31a). Die Lageverschiebung wird dabei durch einseitige Integration des $\bar{A}$-Signals ② erreicht. Aus der Rückflanke wird nach Begrenzung ③ Differentiation ④ und anschließend Impulsformierung und schmaler Weißimpuls abgeleitet, der die vertikale Bezugslinie auf dem Bildschirm hervorruft ⑤.

Die horizontale Bezugslinie wird durch Helltastung einer auswählbaren Zeile gebildet. Dabei wird ein monostabiler Multivibrator ($^1/_2$ T 5 in Bild 31) mit einem V-Impuls gestartet ⑥. Die Haltezeit ist mit Potentiometer R 2 einstellbar und kann annähernd ein Teilbild betragen. Dies entspricht der Verschiebung der horizontalen Bezugslinie. Der Ausgangsimpuls ⑦ wird dem CLEAR-Eingang eines zweiten monostabilen Multivibrators (T 5 $^1/_2$) zugeführt. Die Triggerung wird von der Rückflanke eines dem B-Eingang zugeführten A-Impulses vorgenommen, und zwar triggert die erste positive A-Flanke, nachdem der CLEAR-Eingang durch den Verschiebeimpuls ⑦ auf HIGH-Potential springt. Dadurch wird der von diesem monostabilen Multivibrator abgegebene Impuls ⑧ taktflankensyn-

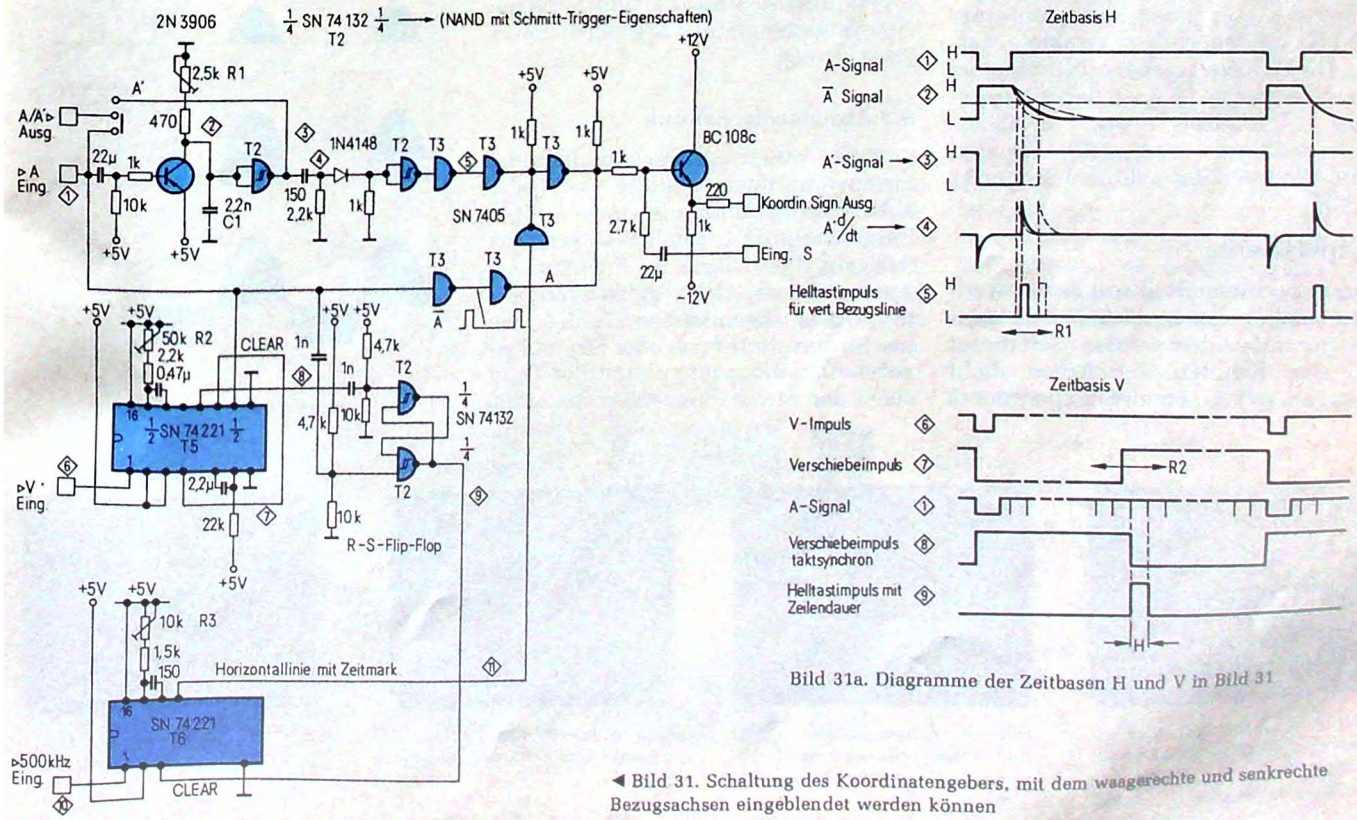


Bild 31a. Diagramme der Zeitbasen H und V in Bild 31

◀ Bild 31. Schaltung des Koordinatengebers, mit dem waagerechte und senkrechte Bezugsachsen eingeblendet werden können

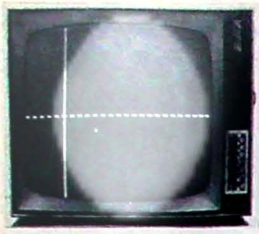


Bild 32. Koordinatenkreuz

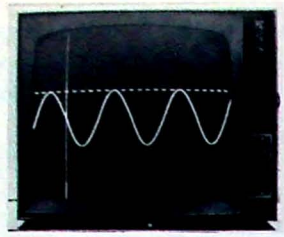


Bild 33. Amplitudenmessung mit Hilfe eines geeichten Lageverschiebungs-Potentiometers (obere Stellung)

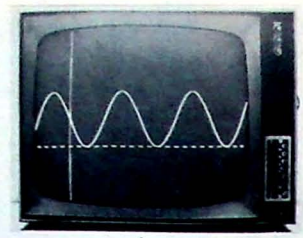


Bild 34. Untere Stellung des Potentiometers nach Bild 33

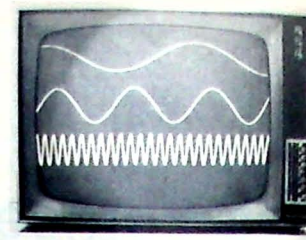


Bild 36. Drei Ausgangssignale des Signalgenerators; oben: 31,25 kHz, Mitte: 62,5 kHz, unten: 500 kHz

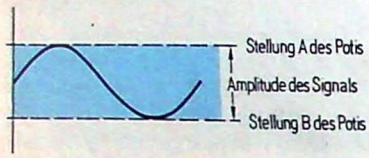


Bild 35. Aus der Differenz der Potentiometerstellungen ergibt sich die Amplitude des zu messenden Signals

chron. Diese taktsynchrone Flanke triggert ein R-S-Flipflop, das von der folgenden negativen A-Flanke wieder zurückgesetzt wird. Der so entstandene H-taktsynchrone Impuls mit Zeilendauer ⑨ stellt die horizontale Bezugslinie dar.

Als weitere Information (Zeitmaßstab) kann diese Linie unterbrochen werden. Dazu wird der Helltastimpuls ⑨ dem CLEAR-Eingang eines dritten monostabilen Multivibrators zugeführt (T 6). Dieser Multivibrator kann nur während dieser einen Zeile von einer 500-kHz-Mäanderfolge getaktet werden. Die Haltezeit dieses Multivibrators ist einstellbar mit R 3, so daß ein beliebiges Verhältnis der Weiß-zu-Schwarz-Dauer eingestellt werden kann. Weitere Informationen: Bilder 31 und 32.

5 Experimente

Im Experimentalteil soll der Anwendungsbereich des beschriebenen Meßverfahrens definiert werden. Soll dieser Teil den Rahmen der Arbeit nicht sprengen, so können viele Experimente nur kurz angedeutet werden. Zum größten Teil sind die Schaltungsentwürfe bei der Arbeit im Labor entstanden, zum anderen Teil sind sie Applikationsvorschläge, diese sind mit entsprechenden Quellenangaben versehen. Bei verschiedenen Experimentalvorschlägen wurde versucht, Verbindungen zu einem realen, existierenden Gerät herzustellen. Hierbei handelt es sich um einen Coder, wie er bei der Umwandlung der drei Farbauszugssignale ROT, GRÜN und BLAU in ein sendefähiges FBAS-Signal verwendet wird. Während der Erklärungen zu den Experimenten konnte nur auf wenige Grundbegriffe der Codierung eingegangen werden. Exaktere Zusammenhänge sind aus den angegebenen Literaturstellen ersichtlich.

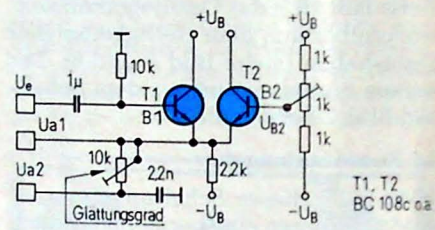
5.1 Ausgangssignale des Signalgenerators

Aus *Bild 36* sind die sinusförmigen Ausgangssignale des Signalgenerators zu erkennen.

5.2 Abschneidschaltung

Wird einer Abschneidschaltung, Stromverteilungsschaltung oder NAM-Konfiguration ein sinusförmiges Eingangssignal zugeführt, so kann am Ausgang dieser Stufe, bei richtigem Arbeitspunkt, ein halbweggleichgerichtetes Signal abgenommen werden. Bei der Stromverteilungs- oder Stromübernahmeschaltung übernimmt der Transistor den Strom, dessen Basispotential gerade am positivsten ist. Mit dem Basisgleichpotential U_{B2} kann somit die Abschneidschwelle eingestellt werden (*Bild 37 bis 40* und *41*).

(Fortsetzung folgt)



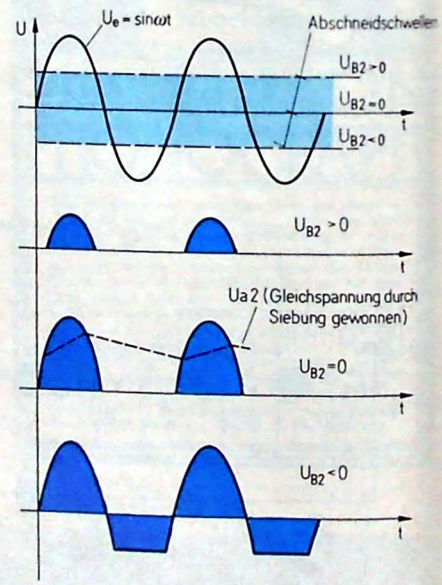


Bild 41. Einweggleichrichtung

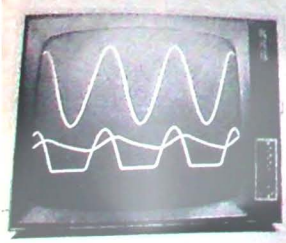


Bild 37. Sinusförmiges Eingangssignal U_e (oben), nach der Einweggleichrichtung U_{a1} (Mitte) und hinter dem Siebglied U_{a2} (unten)

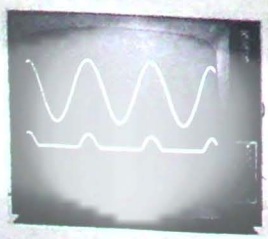


Bild 38. Eingangssignal (oben) und Ausgangssignal (unten), Abschneidschwelle im oberen Pegelbereich

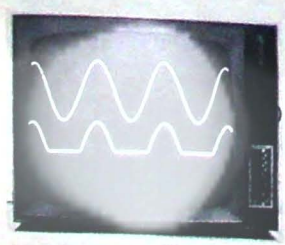


Bild 39. Wie Bild 38, Abschneidschwelle im mittleren Pegelbereich

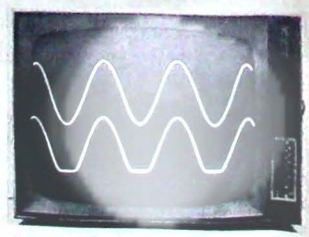


Bild 40. Wie Bild 38, Abschneidschwelle im unteren Pegelbereich

Scheibenwischer-Intervallschaltungen haben heute bereits eine weite Verbreitung gefunden, da sie bei geringem Regen oder Nebel große Vorteile bieten. Die nachfolgende Bauanleitung zeigt, wie sich eine solche Schaltung mit der Scheibenwaschanlage kombinieren läßt: Nach jeder Betätigung der Waschpumpe schaltet sich der Wischer kurz ein.

Martin Weitzel

Scheibenwischer-Intervallschaltung mit Waschautomatik

Schaltungsvorschläge für elektronische Intervallschalter finden sich heute fast in jedem Bastelbuch. Auch „Wisch-Wasch-Steuerungen" wurden schon elektronisch realisiert. Um die Besonderheiten des hier vorgestellten Gerätes zu erläutern, soll kurz die Problemstellung angegeben werden, aus der heraus die Entwicklung erfolgte.

Die Vorteile eines Scheibenwischer-Intervallbetriebes bei geringem Regen oder Nebel sind hinreichend bekannt. In vielen (auch Mittelklasse-) Autos funktioniert die Scheibenwaschanlage noch mit der „Gummiballpumpe". Eine elektrische Waschpumpe ist dagegen unbestreitbar wirkungsvoller. Eine automatische Scheibenwischereinschaltung nach der Wascherbetätigung ist sinnvoll und erhöht die Verkehrssicherheit. Allerdings muß die Einschaltdauer des Scheibenwischers hierbei deutlich länger sein als die Wischzyklen im Intervallbetrieb.

In manchen Situationen ist ein „Scheibenwischerkurzbetrieb" (ein bis zwei Zyklen ohne Waschaktion) wünschenswert, der manuell ausgelöst werden kann, z. B. wenn ein überholendes Fahrzeug die Frontscheibe verschmutzt und dem Fahrer plötzlich die Sicht genommen wird. Das gilt vor allem für einige Wagentypen, bei denen der Scheibenwischerschalter, insbesondere mit angelegtem Sicherheitsgurt, nur schwer zu erreichen ist. (Bei 80 km/h bedeuten 1,5 s ohne Sicht schon 33 m „blind" gefahrene Strecke.)

Für die Scheibenwaschanlage und den Scheibenwischerkurzbetrieb soll ein gemeinsamer Taster verwendet werden. Dieser läßt sich meist relativ einfach im unmittelbaren Zugriffsbereich des Fahrers unterbringen (z. B. am Blinkerhebel). Praktisch bewährt hat sich hierbei eine leichte Verzögerung (etwa 0,3 s) der Waschaktion und Auslösung der Wischaktion beim Loslassen des Betätigungstasters, d. h.: kurzes Antippen – Scheibenwischerkurzbetrieb; längere Betätigung – Scheibenwaschen mit nachfolgendem Wischerbetrieb; die erforderliche Verlängerung der Scheibenwischereinschaltdauer gegenüber dem „Kurzbetrieb" oder dem „Intervallbetrieb" (s.o.) wird auf elektronischem Weg erreicht.

Das Blockschaltbild (*Bild 1*) veranschaulicht nochmals die Wirkungsweise des Gerätes.

Die Schaltung

Unter dem Gesichtspunkt eines möglichst geringen Aufwandes und einer hohen Nachbausicherheit spricht vieles für die Verwendung integrierter Schaltungen. Im vorliegenden Gerät wurde der Baustein CD 4093 B eingesetzt. Dieser ist nicht nur preiswert und leicht beschaffbar, die CMOS-Technik bietet auch noch andere Vorteile: weiter Temperaturbereich, große Störsicherheit (beides ist wichtig in der Kfz-Elektronik). Der hohe Eingangswiderstand erfordert nur geringe Kapazitäten in den Verzögerungs- und Multivibratorschaltungen. Die IS enthält vier NAND-Gatter mit je zwei Eingängen, die Schmitt-Trigger-Charakteristik haben.

Mit *Bild 2* soll zunächst das Prinzip eines mono-/astabilen Multivibrators aus Logikgattern veranschaulicht werden. Zur Erklärung des monostabilen Verhaltens dient der linke Teil des Impulsdiagramms (*Bild 3*). Ausgehend vom „stabilen" Zustand (I), charakterisiert durch $u_A = H$, gehe u_C (Triggerspannung) von H auf L (II). Dann wird $u_B = H$ und $u_A = L$. Dadurch zieht der noch ungeladene Kondensator C_r u_D nach L, so daß auch nach Verschwinden der Anregung (u_C wird wieder H, IIIa) der „metastabile" Zustand, charakterisiert durch $u_A = L$, erhalten bleibt. Die Spannung u_1 lädt über R_r nun C_r auf, die Spannung u_D steigt. Überschreitet u_D die Schwellenspannung des NAND-Einganges, so geht u_B nach L und u_A nach H. C_r behält im Umschaltmoment seine Spannung bei, so daß der LH-Sprung von u_A in voller Höhe auf u_D übertragen wird, wodurch der Umschaltvorgang unterstützt wird. Für die Dauer des metastabilen Zustandes ist neben R_r und C_r auch u_1 von entscheidender Bedeutung. Eine niedrigere Spannung u_1 bewirkt einen längeren metastabilen Zustand, da C_r langsamer aufgeladen wird (dies ist ebenfalls im Impulsdiagramm wiedergegeben, IIIb).

Die Anordnung in Bild 2 wird zum astabilen Multivibrator, wenn Schalter

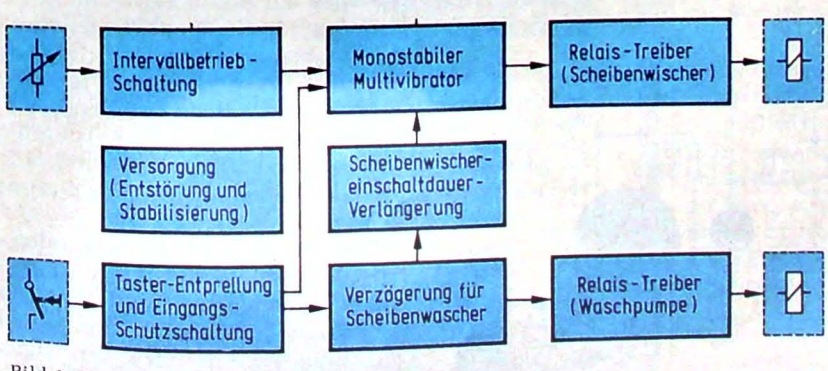
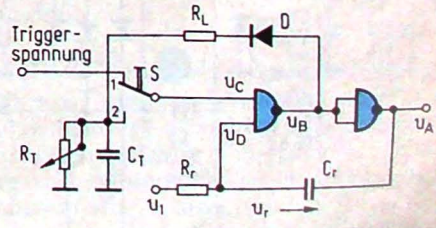


Bild 1. Blockschaltbild



Schalter S: Stellung 1 monostabiler Betrieb
Stellung 2 astabiler Betrieb

Bild 2. Prinzip des mono-/astabilen Multivibrators

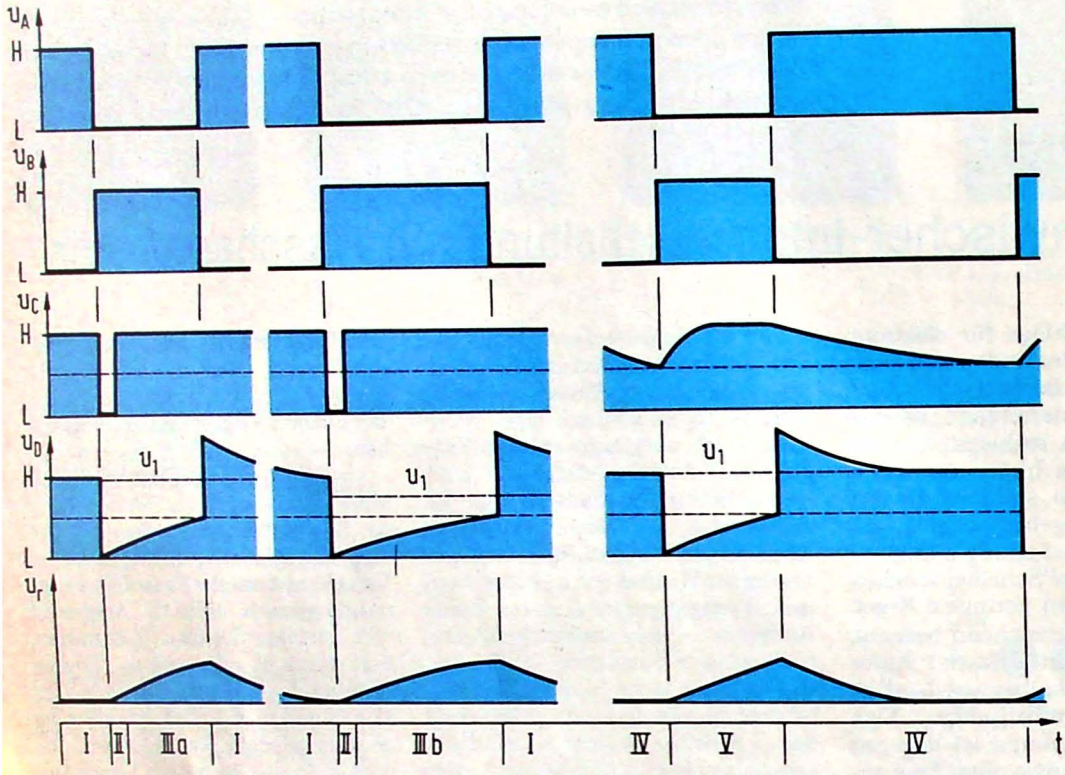


Bild 3. Impulsdiagramm zu der Schaltung nach Bild 2

S in Stellung 2 steht. Im Zustand $u_A = H$ sei C_T geladen (IV, im rechten Teil des Impulsdiagramms aus Bild 3) und entlädt sich über R_T. Unterschreitet u_C die Schwellenspannung, so geht u_A (wie oben beschrieben) nach L (V). Über D und R_L (der klein gegenüber R_T sein muß) wird C_T wieder nachgeladen, so daß nach Ablauf des Zustandes $u_A = L$ wieder die Anfangsbedingungen bestehen.

Die Gesamtschaltung

Nach diesen Erläuterungen wenden wir uns der Gesamtschaltung zu (Bild 4). Bei Betätigung des Tasters S 1 wird der Eingang von N 1 auf L gelegt. D 1, D 6, R 1, R 2 und C 1 bilden eine Schutzbeschaltung. Am Ausgang von N 1 steht dann ein „entstörtes" H-Signal zur Verfügung. Dieses wird direkt und zusätzlich über R 3 und C 2 auf die Eingänge von N 2 gegeben. Mit einer von R 3 und C 2 abhängigen Verzögerung geht der Ausgang von N 2 nach L und schaltet über eine Treiberstufe (T 1, T 2) das Waschrelais ein. Beim Loslassen von S 1 geht auch der Ausgang von N 1 auf L und schaltet über die direkte Verbindung zu N 2 sofort das Waschrelais ab (d. h. die Waschpumpe wird zwar mit Verzögerung eingeschaltet, aber ohne Verzögerung abgeschaltet).

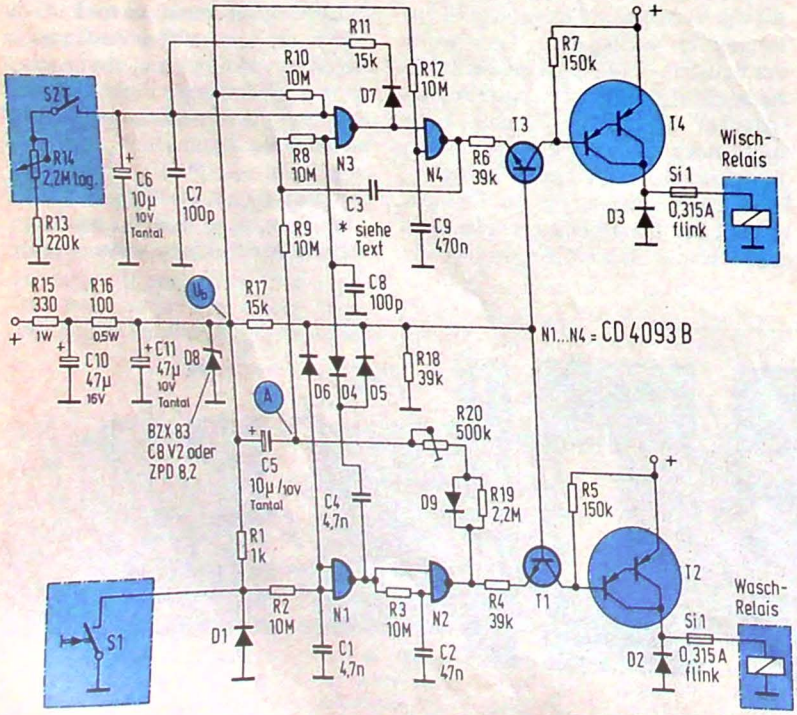


Bild 4. Gesamtschaltbild der Steuerung

Die Gatter N 3 und N 4 bilden einen mono-/astabilen Multivibrator. Der Ausgang von N 2 steuert im L-Zustand über eine Treiberstufe (T 3, T 4) das Wischrelais an. Der monostabile Multivibrator wird durch die negativen Impulsflanken vom Ausgang des Gatters N 1 über C 4 und D 4 getriggert (die Triggerung erfolgt gegenüber Bild 2 am anderen NAND-Eingang). Ist S 2 geschlossen, so arbeiten N 1 und N 2 im astabilen Betrieb (Intervallsteuerung).

Für die Dauer des L-Zustandes am Ausgang von N 4 ist die Spannung am Punkt A maßgebend. Im Ruhezustand ist C 5 über R 19 und R 20 entladen. Die Spannung an A ist also identisch mit U_b. Beim Waschbetrieb wird C 5 über D 9 und R 20 aufgeladen, die Spannung

Franzis

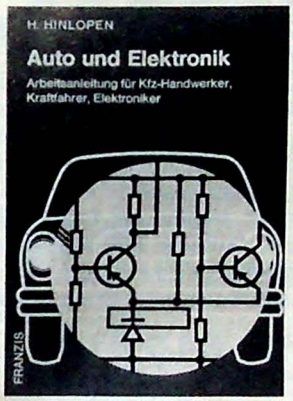
Franzis-Verlag München

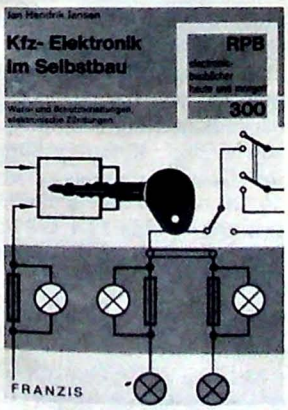
der große Fachverlag für angewandte Elektronik.

Elektronik im Auto heißt, das Fahren sicherer zu machen

Auto und Elektronik
Eine Arbeitsanleitung für Kfz-Handwerker und Kraftfahrer wie auch für den praxisnahen Elektroniker. Von Hans **Hinlopen.** 317 Seiten mit 309 Abbildungen und 11 Tabellen. Lwstr.-kart. DM 32.–
ISBN 3-7723-6111-0

Elektronische Motortestgeräte
Wirkungsweise, Selbstbau und Anwendung. Von Peter **Paulsen.** 312 Seiten mit 283 Abbildungen und 16 Tabellen. Lwstr.-kart. DM 34.–
ISBN 3-7723-6201-X





Kfz-Elektronik im Selbstbau
Von Warn- und Schutzschaltungen, von elektronischen Zündungen und anderen interessanten Dingen rund um das Kraftfahrzeug. Von Jan Hendrik **Jansen.** (RPB-taschenbuch Nr. 300) 103 Seiten mit 70 Abbildungen und 8 Tabellen. Kart. DM 7.80
ISBN 3-7723-3002-9

Leitfaden der Kfz-Elektronik
Für den Kfz-Elektriker ein Abriß der Elektronik, auch geeignet für den Selbstunterricht. Von Artur **Köhler** und Rudolf **Schiffel.** 213 Seiten mit 232 Abbildungen und 7 Tabellen. Lwstr.-kart. DM 30.–
ISBN 3-7723-

Franzis-Fachbücher bekommen Sie durch jede Buchhandlung

Farbfernseh-Service

Hochspannungsteil setzt periodisch aus

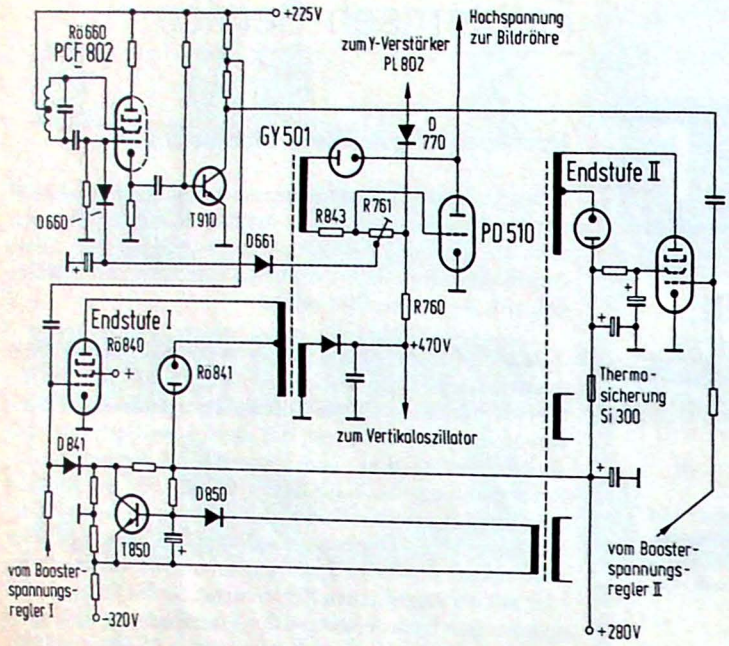
Der Außendienst brachte mir ein älteres Farbfernsehgerät mit der Beanstandung, daß in rhythmischen Intervallen von etwa 30 Sekunden das Hochspannungsteil aussetze. Diese Angabe bestätigte sich. Zusätzlich wäre noch zu bemerken, daß sich auch kein Bild zeigte.

Zunächst erneuerte ich sämtliche Röhren in der Horizontalablenkung sowie im Horizontaloszillator. Das brachte aber keinen Erfolg. Durch Funkenziehen an den Röhrenkappen stellte ich jedoch fest, daß bereits die Horizontalendstufe I aussetzte (*Bild*). Nun überprüfte ich die negative Gittervorspannung der Endröhre I (Rö 840). Da bereits diese Spannung zwischen 0 V und –35 V schwankte, setzte ich die Messungen im Horizontaloszillator (Rö 660) fort. Hier schwankten sämtliche Spannungen, und ich begann daher hier mit der eigentlichen Fehlersuche. Da die Versorgungsspannungen beim Aussetzen der Hochspannung anstiegen, mußte der Fehler in einem Zustopfen von Rö 660 zu suchen sein. Die negative Vorspannung ihres Steuergitters stieg aber nicht an, sondern war im Gegenteil auch in der kurzen Betriebsphase zu gering. Daher konnte der Fehler nicht in der Stufe selbst liegen, sondern mußte an anderer Stelle gesucht werden. Aus diesem Grunde lötete ich nun die Diode D 660 ab, da sie mit der normalen Funktion des Oszillators nichts zu tun hat.

Beim erneuten Einschalten setzte das Hochspannungsteil nun nicht mehr aus. Der Bildschirm wurde hell, leider zu hell; Helligkeits- und Kontrastregler hatten darauf keinen Einfluß. Um Folgeschäden an Bildröhre und Hochspannungsteil zu vermeiden, schaltete ich das Gerät sofort aus. Durch Ziehen des Ablenksteckers setzte ich die Horizontalendstufe außer Betrieb und konnte jetzt in Ruhe den Fehler lokalisieren. Das ging schneller als erwartet: Am Sockel der Y-Endröhre PL 802 befand sich ein großer Lötklecks, der die Stifte 1 und 2, d. h. Katode und Steuergitter, überbrückte. Dadurch zog die Röhre Maximalstrom, so daß ihre Anodenspannung und damit auch die Katodenspannung der Bildröhre auf einen geringen Restwert abfielen. Die Folge davon war die zu hohe Helligkeit mit zu hohem Strahlstrom. Nun setzte auch die Strahlstrombegrenzung ein und schaltete über D 660 den Horizontaloszillator und somit auch die die Hochspannung ab.

Ich beseitigte den Lötklecks, lötete die Diode D 660 wieder an, und nach einigen Serviceeinstellungen arbeitete das Gerät wieder einwandfrei.

Bei diesem Gerät ist die beschriebene Strahlstrombegrenzung nur ein Teil einer umfangreichen Sicherheitsschaltung. Die Horizontalendstufe II wird nicht, wie meistens üblich, von der Horizontalendstufe I angesteuert, sondern beide erhalten ihre Ansteuerimpulse vom Horizontaloszillator bzw. vom nachgeschalteten Impulsformer T 910. Beide Stufen bringen gemeinsam die Leistung für die Horizontalablenkung auf. Fällt nun Endstufe I aus, so wird keine Hochspannung erzeugt. Fällt dagegen Endstufe II aus, so fehlt die über D 850 gleichgerichtete Impulsspannung an T 850. Dadurch wird er leitend und schaltet eine negative Spannung von 130 V ans Steuergitter der Endröhre I, so daß auch diese sperrt; es wird wiederum keine Hochspannung



Ein Schluß zwischen Katoden- und Steuergitteranschluß am Sockel der (hier nicht dargestellten) Y-Endröhre PL 802 ließ die Strahlstrombegrenzung ansprechen, die periodisch den Horizontaloszillator und damit auch die Hochspannung abschaltete

erzeugt. Bei Überlastung der Endröhre II löst die Thermosicherung SI 300 aus und unterbricht die Stromversorgung für diese Stufe.

Die eigentliche Strahlstrombegrenzung bzw. Sicherung arbeitet folgendermaßen: Der Anodenstrom von Bildröhre und Ballaströhre PD 510 durchfließt die Widerstände R 760, R 761 und R 843 sowie die Hochspannungswicklung und den Hochspannungsgleichrichter. Im Normalbetrieb entsteht durch Zusammenwirken von 470-V-Spannung und negativem Spannungsabfall an R 760 eine leicht positive Spannung, die P 661 sowie D 770 gerade sperrt. Steigt der Strahlstrom an, so wird die Spannung negativer. Geringfügig zu hoher Strahlstrom infolge zu weit aufgeregelter Helligkeit oder zu starken Kontrasts führt über D 770 zu einer Arbeitspunktverschiebung der Y-Endröhre PL 802 und somit zu geringerem Strahlstrom. Bei noch höherer Belastung, z. B. durch fehlerhafte Stufen (wie im beschriebenen Fall), wird die negative Spannung noch höher und bringt über D 661 und D 660 den Horizontaloszillator zum Aussetzen. Wegen der dann fehlenden Ansteuerung kann nun wieder die Thermosicherung Si 300 ansprechen. Erich Maskos

Neue Druckschriften

Der Katalog R 77 enthält die technischen Daten der Drahtwiderstände von RCL. Das Angebot umfaßt Präzisionswiderstände, Widerstandsnetzwerke und Leistungswiderstände bis 250 W sowie Sensoren für die Temperaturregelung und -steuerung (Hegener + Glaser GmbH, Landsberger Straße 143, 8000 München 2).

Heft 80 der Firmenzeitschrift **Neues von Rohde & Schwarz** beschäftigt sich in Fachaufsätzen mit dem vollständigen Normalfrequenzprogramm, dem Breitband-Doppler-Peiler PA 005, dem zentralen Bediengerät GB 059 zur Senderablösung nach dem (n + 1)-Reservekonzept sowie mit automatischen Testsystemen für die Hf-Technik. Mit dem Teil II über Strahlungsmessungen an Rundfunk- und TV-Antennen wird die Beschreibung des Hubschrauber-Meßverfahrens abgeschlossen. Im Repetitorium wird die TV-Technik-Serie fortgesetzt, und das Applikationseck befaßt sich mit Anpassungsmessungen an Senderstufen und Antennen (Rohde & Schwarz, Postfach 80 14 69, 8000 München 80).

RCA hat ein neues **Datenbuch für integrierte Linearschaltungen** herausgebracht. Auf 456 Seiten sind technische Daten von 246 Bauelementen, u. a. von Bi-MOS- und anderen Operationsverstärkern, BCD-7-Segment-Decodern mit 80 mA Ausgangsstrom, Transistor-Arrays, Breitband- und Differenzverstärkern, Spannungsreglern und MOS-FET zusammengestellt. Außerdem enthält es eine Referenzliste, Hinweise auf Applikationen sowie Vorschriften für die Behandlung und den Transport der integrierten Schaltungen. Das Datenbuch ist gegen eine Schutzgebühr von 21,15 DM + MwSt. bei Alfred Neye-Enatechnik, Schillerstraße 14, 2085 Quickborn-Hamburg, erhältlich.

Die Informationsschrift **Leuchtdioden** (TM 2170) von Texas Instruments informiert übersichtlich über 67 verschiedene Elemente, mechanische und elektrische Daten, Gehäusegeometrien, Leuchtfarben, Vorzüge sowie neueste Technologien und gibt dem Anwender viele wertvolle Tips und Applikationsbeispiele. Die Broschüre kann kostenlos bezogen werden von der Texas Instruments Deutschland GmbH, Haggertystraße 1, 8050 Freising.

Radiall hat einen Katalog über **Koax-Koppler** herausgebracht. Er umfaßt neben allgemeinen Erläuterungen technische Daten und Abbildungen der Miniatur-Richtungskoppler mit flacher Ausgangskurve für Frequenzen von 0,9 bis 12,4 GHz (Grundkopplung 10 und 20 dB) sowie den Richtungskoppler mit Grundkopplungen von 3, 10, 20 und 30 dB für Frequenzen von 0,8 bis 12,4 GHz (Radiall, Postfach 10 22 06, 6072 Dreieich).

Neu von W+M/Penny & Giles ist ein deutschsprachiger **Kurzformkatalog**, der das umfangreiche Programm an hochpräzisen Sollwertgebern und Istwertaufnehmern für Weg- und Winkelpositionen sowie für Druck, Neigung und Beschleunigung zusammen mit den Joystick-Controllern und Flachbahnreglern enthält. Durch zahlreiche kleine Abbildungen wird das Aufsuchen bestimmter Meßwertgeber erleichtert (W+M GmbH, Postfach 2048, 2000 Norderstedt-Hamburg).